O instrumento de adequação didática como estímulo a reflexões sobre a atividade docente: o caso das ligações químicas

The didactic adequacy instrument as a stimulus for reflection on teaching activity: the case of chemical bonds

Karina Novaes dos Santos, Bruno Ferreira dos Santos e Ana Luiza de Quadros

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

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. 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

Karina Novaes dos Santos (karina_novaes@ymail.com) é licenciada em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e licenciada em Matemática pela Faculdade Regional de Filosofia, Ciências e Letras de Candeias. É especialista em Fundamentos Sociais e Políticos da Educação, mestra e doutora em Educação Científica e Formação de Professores, ambos pela UESB. Jequié-BA, Brasil. **Bruno Ferreira dos Santos** (bf-santos@uesb.edu.br) é bacharel e mestre em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e doutor em Ciências Sociais e Humanas pela Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Tem pós-doutorado pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é Professor Pleno do Departamento de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Jequié. É coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisa Ensino de Ciências e Sociedade - GEPECS. **Ana Luiza de Quadros** (ana.quadros.ufmg@gmail.com) é licenciada de Grau 1 em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e licenciada plena em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí). É mestra em Educação nas Ciências pela Unijuí e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é professora visitante no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UFOP. Ouro Preto-MG, Brasil.
Recebido em 06/01/2026; aceito em 09/06/2026

A seção "Cadernos de Pesquisa" é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

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 (Alves *et al*., 2025), 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.

Inúmeras pesquisas no Brasil que tratam da prática reflexiva têm se baseado nos estudos de Donald Schön, que ressalta, entre outras possibilidades, a reflexão na ação e sobre a ação. No entanto, o planejamento da ação é uma etapa crucial para o professor. Großmann e Krüger (2024) afirmam que o planejamento desempenha um papel significativo na formação do professor de ciências, sendo parte vital da competência docente. Portanto, refletir sobre o planejado é uma forma de aperfeiçoamento dos processos de ensino e da aprendizagem. Esses pesquisadores 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*. A idoneidade didática foi desenvolvida a partir da teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução em Matemática[1]. A partir da noção de adequação didática esses pesquisadores construíram um instrumento analítico integrado por seis Critérios de Adequação Didática (CAD), com potencialidades para o planejamento e para a avaliação da atividade de ensino. Por economia de espaço, não nos aprofundamos no Enfoque Ontossemiótico. Assim, nesta pesquisa, nos apropriamos desse instrumento - CAD - 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 um processo reflexivo junto a essa professora, focando na atividade experimental que foi usada para introduzir esse conteúdo. Para esse processo reflexivo, seguimos os princípios de Donald Schön, quando ressalta a necessidade de promover a formação de profissionais que saibam refletir sobre a própria prática, na expectativa de que essa reflexão se torne um instrumento de desenvolvimento do pensamento e da ação. Segundo Fontana e Fávero (2013), apesar de críticas presentes na literatura envolvendo o "professor reflexivo", Donald Schön teve uma grande influência sobre os pesquisadores brasileiros. Schön (2000) argumenta que podemos refletir sobre uma ação durante essa ação ou pensando de forma retrospectiva, visando entender como o nosso "saber" pode ter colaborado para um resultado inesperado. Assim, envolvemos a professora no planejamento e desenvolvimento de um conjunto de aulas, de forma que pudesse refletir sobre a ação pensando de forma retrospectiva, ancorada nos componentes e em seus descritores, presentes no CAD.

Optamos por analisar detalhadamente uma aula experimental que fez parte de uma unidade didática planejada e desenvolvida pela professora, em 2021 e em 2022. Ao focarmos na aula em que ocorreu o experimento - uma atividade que era importante para a sequência como um todo - tínhamos a intenção de facilitar a autoanálise que seria realizada pela professora. 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.

Quadro teórico

Como já dissemos, dos estudos sobre o Enfoque Ontossemiótico, nos apropriamos dos Critérios de Adequação Didática. 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

[1]Para mais informações ver: https://enfoqueontosemiotico.ugr.es/

instrumento avaliador da atividade docente, como orientador para o aperfeiçoamento dessa atividade.

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.

Para este trabalho fizemos algumas simplificações visando o seu uso e, durante a análise, algumas adequações em termos de referenciais usados no ensino de ciências da natureza. As adequações e seus componentes, que compõem os CAD, são apresentados no Quadro 1.

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 eles 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.

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 exploram quantidades. Além disso, os interesses dos pesquisadores recaem sobre

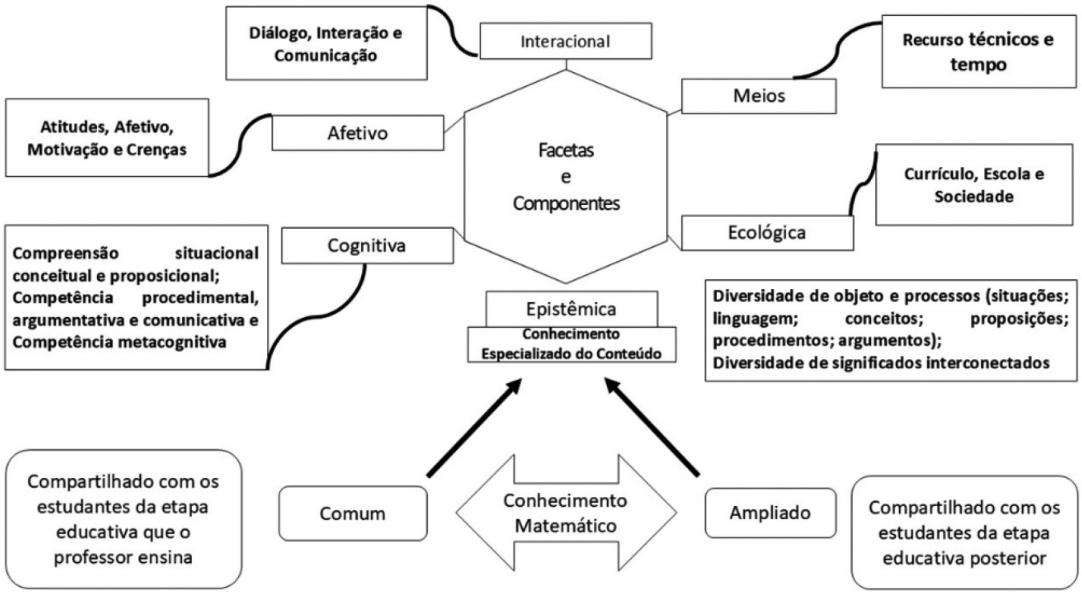


Figura 1. Critérios de adequação do conhecimento do professor. Fonte: Godino *et al. (*2016, p. 292, tradução nossa)

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

Adequações		Componentes
Adequação Epistêmica	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.
Adequação Cognitiva	Refere-se aos conhecimentos pessoais dos aprendizes e à progressão da sua aprendizagem.	Conhecimentos prévios; adaptação curricular; aprendizagem; e demandas cognitivas.
Adequação de Meios	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.
Adequação Ecológica	Relaciona-se com os contextos social, político e econômico que condicionam os processos de instrução e de estudo.	Adaptação curricular; relações inter e intradisciplinares; relações entre ciências, tecnologia e sociedade; e história e filosofia das ciências.
Adequação Interacional	Diz respeito aos padrões de interações entre professores e alunos e entre os alunos.	Interação aluno-aluno e aluno-professor; autonomia; avaliação formativa.
Adequação Emocional	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

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".

A) Sujeitos investigados

Para a consolidação dos estudos, a professora Tainá foi selecionada, por ter sido 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. Portanto, ao fazer a autoanálise, a professora já tinha conhecimentos dos componentes e descritores do 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.

B) A produção de dados

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 produção de dados envolveu a observação, por meio do registro em áudio e vídeo, de cada uma delas, com 10 aulas de 50 minutos. Essas aulas foram transcritas para facilitar a análise. A esses dados foram incorporados os registros feitos no caderno de campo da pesquisadora principal.

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 as adequações e os componentes, que fazem parte do CAD, assim como os critérios propostos pelos pesquisadores. Esse momento também foi registrado em áudio e 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.

C) A sequência didática usada pela professora

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

D) A análise dos dados

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.

A professora e a pesquisadora retomaram cada um dos componentes da CAD de forma a facilitar que a professora refletisse sobre as próprias aulas e classificasse-as como forte, médio ou fraca, de acordo com os critérios elaborados pelos pesquisadores. A partir dessa classificação buscamos, nas falas da professora, as justificativas para tais classificações, comparando a percepção da professora entre as duas UDs. Com isso, buscamos identificar reflexões da professora e como elas poderiam interferir no ensino que ela fazia de forma a produzir mais aprendizagens junto aos estudantes.

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

E) Adaptações do instrumento CAD para essa pesquisa

Uma das adaptações que realizamos no instrumento CAD está relacionada aos níveis atribuídos ao descritor: forte (F+),

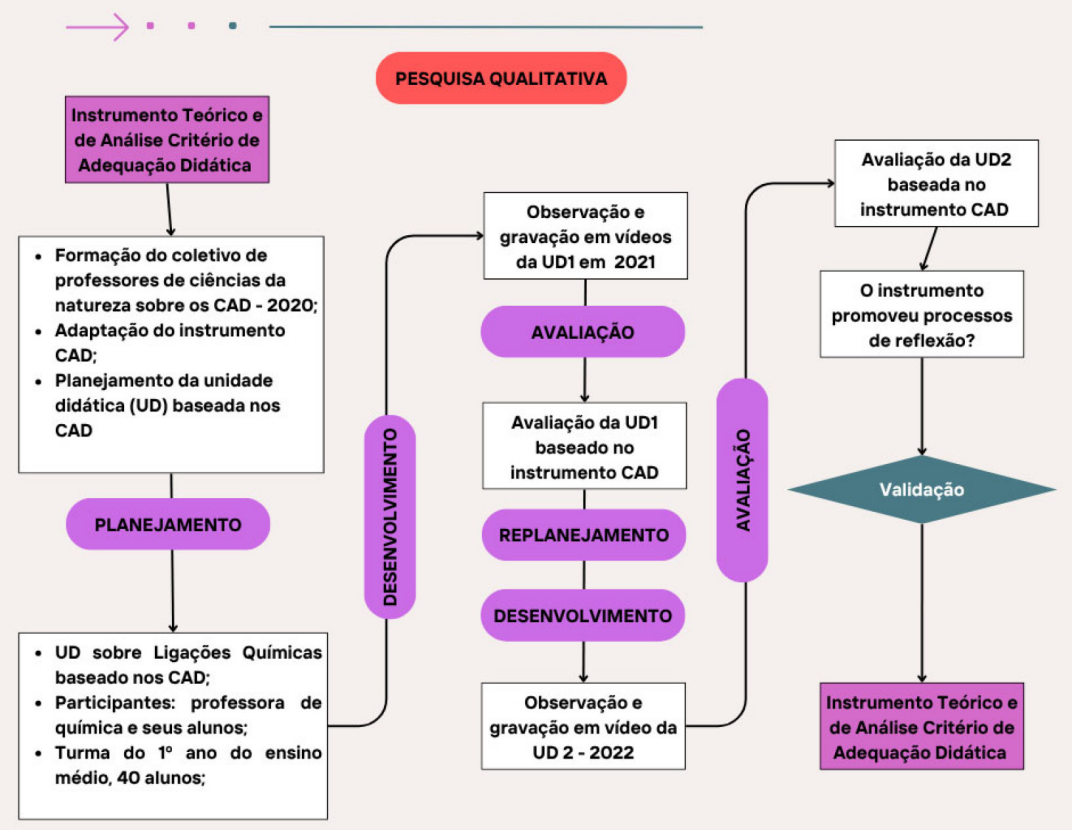


Figura 2. Síntese do percurso metodológico da pesquisa.

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".

O caso aqui apresentado corresponde à validação do instrumento de pesquisa, configurando-se como a etapa primordial para o refinamento da metodologia aplicada. Cabe destacar que a professora Tainá foi a primeira docente a utilizar a referida classificação, servindo sua experiência como o marco de validação para a estrutura proposta. É importante ressaltar que este recorte integra uma pesquisa mais ampla, composta por um coletivo de cinco professoras.

Quadro 2. Critérios para atribuição do nível do componente representatividade*

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.

*Todos os demais critérios se encontram no material suplementar.

Neste trabalho apresentamos a análise das duas primeiras 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).

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.

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*.

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+
	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+

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 negligenciei 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.

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, **objetivos 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

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

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 considerei 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 cognitivo**s – 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. Apesar da professora não ter transformado sua prática em relação a esses dois últimos componentes, foi por meio do processo reflexivo ancorado nos critérios de adequação que a professora mudou a avaliação de sua prática, o que nos indica que ela aumentou a consciência em relação a esses componentes e isso pode levar ela a mudar a prática futura.

Para o descritor **processos cognitivos**, no critério cognitivo, a professora também mudou sua autoavaliação de F+ para M, sinalizando que o processo reflexivo ancorado no instrumento CAD provoca esse aumento de consciência em relação a própria prática e, portanto, argumentamos que o CAD pode ser um 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. Na adequação epistêmica, mais especificamente no componente "conceitos complexos", por exemplo, a professora mudou a critério de M para F+, apesar de sua prática ter mudado pouco da UD1 para a UD2 nesse critério. Nesse sentido, nos propomos a analisar a possibilidade de continuidade de fortalecimento do processo reflexivo ancorado pelo CAD.

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 em geral tendem a dar pouca atenção às ligações metálicas. A professora Tainá faz parte desse grupo.

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 Galiazzi, 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. Nesse sentido, acreditamos que o processo reflexivo precisa ser continuado oferecendo oportunidades de a professora discutir outras formas de abordar o conteúdo.

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, mesmo com limitações no caso dessa professora, o instrumento CAD se mostrou eficaz e adequado como guia e disparador de reflexões sobre a prática pedagógica. Isso aconteceu nos casos em que a professora alterou o seu planejamento e a forma de trabalho da UD1 para a UD2 ou quando ela alterou o fator de F+ para M, por ter aumentado a consciência em torno da própria prática.

A atribuição de níveis que variam de forte a fraco aos descritores dos componentes de cada critério foi positiva no sentido de que possibilitou identificar aspectos da prática que poderiam ser modificados. Isso pode levar a professora a buscar um ensino mais adequado e que favoreça 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, consequentemente, 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 e as limitações do instrumento CAD como promotor de reflexões no ensino de ciências.

Agradecimentos

Capes, CNPq.

Material suplementar

O material suplementar a este trabalho está disponível em https://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/QNEsc_3-26_ MS.pdf, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

Referências

ALVES, J. V.; LOPES, C. R.; FREITAS, C. C. e FUKCUCHIMA, B. J. J. A importância da reflexão crítica na formação docente: um conceito estruturante para o desenvolvimento profissional. Building the Way, v. 15, n. 2, p. 95-106, 2025.

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*, v. 37, n. 1, p. 19-26, 2015.

BAHIA. *Documento Curricular Referencial da Bahia – Ensino Médio*, SEC, 2022.

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.

COLL, R. K. e TREAGUST, 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, p. 464-486, 2003.

DRIVER, R. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, v. 5, n. 1, p. 61-84, 1978.

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*, v. 30, p. 34-41, 2008.

FONTANA, M. J. e FÁVERO, A. A. Professor Reflexivo: uma integração entre teoria e prática. *Revista de Educação do IDEAU*, v. 8, n. 17, p. 1-14, 2013.

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*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

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.

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.

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.

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, acesso em dez. 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: dez. 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 dez. 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.

GUIMARÃES, E. M. e FALCOMER, V. A. S. Conteúdos atitudinais e procedimentais no ensino da metamorfose de borboletas. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, p. 2292-2296, 2013.

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.

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 […].* Portugal: University of Aveiro, 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.

HUMMES, V. B.; BREDA, 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:* ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 5, 2020. *Actas […].* Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346958427, acesso em 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.

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.

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

PINO-FAN, L. e GODINO, J. D. Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, v. 36, n. 1, p. 87-109, 2015.

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

QUADROS, A. L.; SILVA, A. S. F. e MORTIMER, E. F. Relações pedagógicas em aulas de ciências da educação superior. *Química Nova*, v. 41, n. 2, p. 227-235, 2018.

SASSERON, L. H. e 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.

SCHNETZLER, R. P. e 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.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.* Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, D. C.; QUADROS, A. L. e 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/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/246.pdf, acesso em dez. 2025.

SILVA, E. V. *Ligação metálica e metais nos livros de química aprovados no PNLD 2015*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2018.

SOL, T.; SÁNCHEZ, A.; BREDA, 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 dez. 2025.

XAVIER, L. N.; BAHIA, B. C. M. e SILVA, A. M. O fator tempo na organização e desenvolvimento do trabalho docente. *Vozes, Pretérito & Devir: Revista de História da UESPI*, v. 8, n. 1, p. 7-21, 2018.

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