



DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIA CIENTÍFICA: UM ESTUDO PRELIMINAR DAS IDEIAS-CHAVE PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC COMPETENCE: A PRELIMINARY STUDY OF KEY IDEAS FOR SCIENCE TEACHER EDUCATION

Margareth Polido Pires

Mestre em Ensino de Ciências; Doutoranda em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul
<https://orcid.org/0009-0003-8145-4986>
megppf@gmail.com

Maria Delourdes Maciel

Doutora em Educação; Professora titular da Universidade Cruzeiro do Sul – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0002-6821-5185>
Delourdes.maciel@gmail.com

Resumo

Este artigo aborda um estudo preliminar sobre as competências científicas necessárias para a formação de professores que ensinam Ciências da Natureza. O objetivo é traçar um mapa de referência que alimente reflexões sobre as competências científicas necessárias a formação docente. O estudo realiza-se por meio da análise de conteúdo de uma obra de referência que trata das ideias chave para o desenvolvimento das competências científicas. O mapa preliminar estabelecido revela a importância de uma educação científica prática e contextualizada. Identificaram-se competências como a integração de teoria e prática, a contextualização do ensino, a comunicação científica, e a promoção de atitudes positivas em relação à ciência. A formação científica dos professores é importante para capacitar os alunos a se engajarem de forma responsável na sociedade, aplicando conceitos científicos em contextos reais. O ensino deve demonstrar a aplicabilidade cotidiana da ciência, fomentar debates e a argumentação baseada em evidências, e destacar a natureza dinâmica da ciência. A formação docente robusta e contínua é essencial para inspirar alunos a se tornarem cidadãos críticos e informados, e este estudo fornece algumas referências que podem colaborar com práticas educacionais potentes para no ensino das Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Competência Científica. Formação de Professores. Ensino de Ciências. Educação CTS.

Abstract

This article addresses a preliminary study on the scientific competencies required for the training of teachers who teach Natural Sciences. The aim is to outline a reference framework that stimulates reflections on teacher training. The study is conducted through content analysis of a reference work that deals with key ideas for the development of scientific competencies. The preliminary framework established reveals the importance of practical and contextualized scientific education. Competencies identified include the integration of theory and practice, contextualization of teaching, scientific communication, and promotion of positive attitudes towards science. Teacher scientific training is crucial to enable students to engage responsibly in society by applying scientific concepts in real contexts. Teaching should demonstrate the everyday applicability of science, foster debates and evidence-based argumentation, and highlight the dynamic nature of science. Robust and continuous teacher training is essential to inspire students to become critical and informed citizens, and this study provides some references for innovative educational practices in teaching Natural Sciences.

Keywords: Scientific Competence. Teacher Training. Science Education. STS Education.

1 INTRODUÇÃO

A competência científica docente é um tema relevante no contexto educacional contemporâneo, especialmente diante das crescentes demandas por uma formação de qualidade alinhada às necessidades da sociedade atual. De um modo geral, um professor pode ser considerado cientificamente competente quando possui os conhecimentos científicos e pedagógicos necessários para atuar de maneira responsável e crítica em prol do desenvolvimento das competências de seus alunos. A capacidade dos professores de dominar não apenas os conteúdos específicos, mas também de compreender e aplicar os princípios e processos da ciência, é fundamental para o desenvolvimento de práticas pedagógicas eficazes e significativas (Valadares, 2011).

Nesse contexto, a competência científica docente vai além do conhecimento teórico, abrangendo também a capacidade de estimular a investigação, a curiosidade e o pensamento crítico nos alunos. A formação de professores com competência científica sólida contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudes científicas nos estudantes.

Diante desse panorama, este artigo tem como objetivo explorar a competência científica docente, analisando as 11 ideias-chave relacionadas ao desenvolvimento dessa competência apresentadas na obra "11 Ideas Clave – El Desarrollo de la Competencia Científica" (Pedrinaci et al., 2012). Pretendemos traçar um primeiro mapa de referência que possa alimentar reflexões sobre a formação dos professores, contribuindo para a promoção de práticas pedagógicas que fortaleçam a aprendizagem das ciências.

Os autores da obra em análise, Emilio Pedrinaci (autor e organizador), Aureli Caamaño, Pedro Cañal e Antonio de Pro, propõem uma reflexão baseada na potencialidade do ensino de ciências da natureza por competências. Cada capítulo dedica-se à reflexão sobre uma ideia-chave, abordando questões relevantes a ela associadas. Pedrinaci (2012, p. 20) destaca, no primeiro capítulo, as características essenciais das competências:

- Inclui conhecimentos teóricos, conhecimentos práticos, de forma integrada e articulada;
- Supõe a capacidade de utilizar conhecimentos adquiridos em diferentes contextos, o que exige a integração e reorganização das aprendizagens adquiridas;
- Considera um contínuo, não algo que uma pessoa possui ou não possui, permitindo se estabelecer bases para níveis de competências em desenvolvimento;
- Deve ser desenvolvida ao longo da vida e, portanto, é preciso selecionar aquelas capazes de oferecer uma aprendizagem que opera mais além do período escolar.

Essas características enfatizam que uma pessoa competente não apenas conhece os princípios teóricos de um determinado campo, mas também consegue aplicar esse conhecimento de maneira efetiva na prática. A integração das dimensões teórica e prática é vital para o desenvolvimento de competências robustas e aplicáveis em contextos reais. Além disso, também se considera, que tais características se conectam com a aprendizagem significativa, o que representa que “ter algum nível de competência em algo, implica certo grau de aprendizagem significativa em seu terreno” (Pedrinaci, 2012, p.21).

Dessa forma, a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências científicas nos estudantes exigem competências científicas por parte dos educadores. Nossa análise inicia-se apresentando a referida obra, destacando cada um dos 11 capítulos (um

capítulo para cada ideia-chave) e os primeiros registros realizados, para posterior categorização seguindo as etapas da análise de conteúdo apresentadas por Bardin (2020).

2 REFERENCIAL TEÓRICO: 11 IDEIAS CHAVE – O DESENVOLVIMENTO DA COMPETÊNCIA CIENTÍFICA

Retomando nosso objetivo, buscamos, ao analisar as 11 ideias chave para o desenvolvimento das competências científicas, delinear as competências necessárias para a formação docente. Com isso, pretendemos traçar um primeiro mapa de referência que possa alimentar reflexões sobre a formação dos professores, contribuindo para a promoção de práticas pedagógicas que fortaleçam a aprendizagem das ciências

Apresentamos assim, para cada ideia chave proposta na obra de Pedrinaci et al. (2012), a questão levantada pelos autores, a ideia chave delineada e os comentários iniciais que abrem cada capítulo. Oferecemos também uma versão bastante resumida de cada capítulo e finalizamos com os “registros iniciais” realizados, que, ao nos aprofundarmos na análise de conteúdo, serão fundamentais para estabelecer os critérios.

2.1 IDEIA CHAVE 1

O ensino de ciências deve se concentrar no desenvolvimento de competência científica?

O exercício da cidadania responsável requer alguma competência científica.

Num mundo globalizado e tecnologicamente avançado, o exercício de uma cidadania responsável exige uma formação científica que permita intervir na tomada de decisões sobre questões de interesse social¹ (Pedrinaci et al., 2012, p.15).

Nesta primeira ideia, Pedrinaci (Pedrinaci et al., 2012), autor do capítulo, destaca a importância da competência científica para o exercício responsável da cidadania. Ao desenvolverem as competências científicas, os docentes podem se tornar agentes transformadores na formação de seus alunos, preparando-os para serem cidadãos críticos, conscientes e engajados na construção de um futuro mais justo, sustentável e equitativo. A cidadania responsável é essencial para que os indivíduos sejam capazes de avaliar e compreender questões científicas que afetam a sociedade e de tomar decisões informadas.

Registros Iniciais:

- Estabelece que a competência científica é condição para uma cidadania responsável.
- A formação científica permite intervenção e tomada de decisão em questões de interesse social.

2.2 IDEIA CHAVE 2

A competência científica é apenas mais um elemento curricular ou uma nova forma de organizar o currículo de ciências?

A noção de competência científica fornece critérios selecionar, ensinar e avaliar conhecimentos básicos.

A potencialidade da noção de competência científica deriva da ajuda que pode fornecer para organizar o currículo, fornecendo critérios para selecionando os conhecimentos básicos e orientando sobre como ensiná-los e avaliá-losⁱⁱ (Pedrinaci et al., 2012, p.39).

Para Pedrinaci (Pedrinaci et al., 2012), ao adotarmos a competência científica como alicerce para a organização do currículo de ciências, podemos proporcionar uma aprendizagem mais significativa, prática e contextualizada para os alunos, preparando-os para tornarem-se cidadãos críticos, engajados e capazes de promover transformações na sociedade. Essas competências auxiliam os docentes: na seleção dos conteúdos, sem, contudo, substituí-los; na orientação metodológica, sem defini-las; no delineamento dos critérios para avaliação, sem torná-la dispensável. A relevância da competência científica para esta tomada de decisão consciente do que e como ensinar, leva a desdobramentos importantes, como “favorecer o uso de metodologias mais participativas”ⁱⁱⁱ (Pedrinaci, 2012, p. 52), o que sugere a apresentação e construção do conhecimento de forma ativa e contextualizada.

Registros Iniciais:

- A competência científica oferece critérios para organizar o currículo.
- Critérios mais claros para a seleção de conhecimentos básicos (relevantes).
- Orientações para as metodologias de ensino – ativa e contextualizada - e de avaliação.

2.3 IDEIA CHAVE 3

Que conceitos e teorias científicas devem ser incluídos no currículo?

Se devem ensinar os conceitos e teorias científicas imprescindíveis para elaborar explicações básicas sobre o mundo natural.

Se deve selecionar mais e melhor as noções e teorias científicas que formam parte do currículo, e incluir apenas aqueles com maior potencial explicativo que são essenciais para o desenvolvimento de interpretações básicas do mundo natural. Identificá-los não é fácil^{iv}. (Pedrinaci et al., 2012, p.59)

Na terceira ideia-chave, Antonio de Pro (Pedrinaci et al., 2012), autor do capítulo, destaca a importância de selecionar noções e teorias científicas com alto potencial explicativo, essenciais para elaborar interpretações fundamentadas. Os conceitos constituem a base do conhecimento científico, sendo cruciais para proporcionar aos alunos as ferramentas necessárias para compreender e desenvolver explicações sobre o mundo natural. Portanto, o ensino desses conceitos e teorias é uma parte fundamental da educação científica. Há uma sugestão de priorizar a investigação científica e a formação para a cidadania.

Registros Iniciais:

- Selecionar noções e teoria científicas essenciais com maior potencial explicativo.
- Conceitos científicos – base do conhecimento científico.
- Priorizar a investigação científica.
- Fortalecer a formação para a cidadania.

2.4 IDEIA CHAVE 4

Convém ensinar ciências de forma contextualizada?

Os cidadãos necessitam do conhecimento de ciências para dar respostas aos problemas do seu contexto.

Um ensino de ciências contextualizado dá sentido ao conhecimento, torna-o mais transferível e ajuda a mostrar sua utilidade em responder a perguntas relacionados com a vida cotidiana^v. (Pedrinaci et al., 2012, p.83)

Esta ideia traz uma premissa bastante significativa, necessitamos apresentar um conhecimento que é claramente percebido como útil para aqueles que devem aprendê-lo. É preciso contextualizar a ciência para ensiná-la. Devem ser desenhadas atividades que favoreçam a percepção por parte dos alunos que o que eles estão aprendendo é útil para além dos exames. Em suma, o ensino contextualizado de ciências é fundamental para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, capazes de compreender o mundo ao seu redor, tomar decisões informadas e contribuir para a resolução de problemas da sociedade. A formação continuada dos docentes em ciências, aliada ao desenvolvimento de currículos flexíveis e contextualizados, é fundamental para alcançarmos esse objetivo.

Registros Iniciais:

- Ensino de ciências contextualizado – aprendizagem significativa.
- Consciência da relevância da Ciência – isso envolve construir compreensão baseada em questões e problemas da vida real, alfabetização científica, temas transversais, combater a visão de uma ciência neutra e objetiva, oferecer uma visão de ciência comprometida, potencializar a reflexão crítica.

2.5 IDEIA CHAVE 5

Como a natureza da ciência deve ser abordada no currículo?

A elaboração e avaliação de modelos científicos escolares é uma forma excelente de aprender sobre a natureza a ciência.

Elaborar modelos escolares científicos e avaliá-los com base em evidências fornece boas oportunidades para entender como o sistema é construído e validado e, em última instância, aproximar-se do conhecimento da natureza da ciência^{vi} (Pedrinaci et al., 2012, p.105).

Neste capítulo Aureli Caamaño (Pedrinaci et al., 2012) estabelece que o desenvolvimento e avaliação de modelos científicos, em um ambiente escolar, é um excelente caminho para aprender sobre a natureza da ciência, incluindo a capacidade de entender como os modelos são usados para representar fenômenos complexos e fazer previsões. Desenvolver modelos científicos escolares e avaliá-los com base em evidências, fornece boas oportunidades para entender como o conhecimento científico é construído e validado. Os estudantes devem ser expostos à ideia de que o conhecimento científico é provisório e sujeito a revisões. Isso os incentiva a considerar a incerteza inerente à ciência e a estar abertos a revisões e melhorias contínuas em seus modelos e explicações. São assim incentivados a examinar as limitações de seus modelos, considerar fontes potenciais de erro e pensar em possíveis melhorias. Essa reflexão os ajuda a compreender os processos de construção do conhecimento científico, a importância da experimentação e da revisão, e a desenvolver uma apreciação mais profunda da natureza da ciência. São traçadas também importantes reflexões sobre o papel da argumentação para compreender a natureza da ciência.

Registros Iniciais:

- Alfabetização Científica.
- Teorias Científicas como Base, Percepção da Utilidade da Ciência, Correlação com a Natureza da Ciência, Aprendizagem Articulada e Contextualizada, Papel da Ciência e Tecnologia.
 - Desenvolvimento e avaliação de modelos científicos no ambiente escolar, fundamental para compreender a natureza da ciência.
 - Reconhecimento da ciência como um empreendimento em constante transformação.
 - Papel da argumentação na ciência.
 - Necessidade de um discurso que reconheça evidências, articule modelos e teorias, e valide relações para uma compreensão mais completa do funcionamento da ciência.

2.6 IDEIA CHAVE 6

Que tipo de atividade integra melhor o aprendizado de procedimentos científicos?

A investigação escolar é a atividade que melhor integra a aprendizagem dos diferentes procedimentos científicos.

Se deve promover uma aprendizagem articulada e contextualizada dos procedimentos científicos, que mostre sua diversidade e utilidade e, provavelmente, a melhor maneira de fazer isso é com atividades de investigação no ambiente escolar^{vii} (Pedrinaci et al., 2012, p.127).

Neste capítulo, Caamaño (Pedrinaci et al., 2012), defende a ideia de que a investigação escolar é a atividade que melhor integra a aprendizagem dos diferentes procedimentos científicos, sendo fundamental para a alfabetização científica. Isso inclui: a capacidade de formular perguntas, projetar experimentos, coletar e analisar dados e tirar conclusões com base em evidências. A investigação envolve os estudantes em uma abordagem ativa de aprendizagem, onde têm a oportunidade de aplicar os procedimentos científicos de forma prática e significativa, o que leva a uma compreensão mais profunda dos conceitos e princípios científicos. Eles podem investigar questões relevantes para suas vidas, comunidades e sociedade em geral. Essa contextualização aumenta o engajamento dos estudantes, pois eles veem a ciência como uma ferramenta para compreender e abordar problemas reais.

Registros Iniciais:

- Investigação escolar – integração entre os diferentes procedimentos científicos; é fundamental para a alfabetização científica.
- Estudantes como protagonistas de seu próprio processo de construção de conhecimento por meio da investigação.
- Ênfase na contextualização da investigação – ampliação do engajamento dos estudantes ao abordar questões relevantes para suas vidas, comunidades e sociedade em geral.

2.7 IDEIA CHAVE 7

O ensino de ciências deve ajudar a desenvolver a competência em comunicação linguística?

Aprender ciências é, em grande medida, aprender a ler, escrever e falar ciência.

A aprendizagem da ciência implica ler, escrever e falar ciência; conseqüentemente, qualquer proposta de ensino de ciências deve se preocupar em incluir atividades que promovam esta competência comunicativa^{viii} (Pedrinaci et al., 2012, p.147).

A linguagem desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Ao aprender a ler, escrever e falar ciências, os estudantes não apenas adquirem habilidades comunicativas, mas também aprofundam sua compreensão dos conceitos científicos. Através da linguagem, eles são capazes de articular ideias, debater concepções errôneas, argumentar com base em evidências e construir conhecimentos em conjunto com seus pares.

Registros Iniciais:

- Desenvolver a competência em comunicação científica para os estudantes.
- Importância da leitura, escrita e expressão oral - para aprofundar a compreensão dos conceitos científicos, articular ideias, debater concepções, argumentar com base em evidências.

2.8 IDEIA CHAVE 8

As implicações sociais da ciência e da tecnologia devem ser analisadas em sala de aula?

As implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico fazem parte dele e, portanto, de seu ensino.

A ciência e a tecnologia afetam a sociedade e são afetadas por ela; entender algumas de suas principais interações é essencial em uma proposta de ensino que deseja promover a alfabetização científica.^{ix} (Pedrinaci et al., 2012, p.171).

Antonio de Pro (Pedrinaci et al., 2012), conduz uma importante reflexão sobre o conhecimento científico e tecnológico ocorrer em um contexto social, cultural e histórico. A ideia de que as implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico são uma parte integrante dele e, portanto, devem ser incluídas em seu ensino é fundamental para a alfabetização científica. Isso inclui a compreensão das implicações éticas, sociais e ambientais da ciência e da tecnologia. Entender algumas de suas principais interações é essencial em uma proposta de ensino que deseja promover a alfabetização científica. Isso significa que o ensino de ciências não deve se limitar apenas aos conceitos e teorias científicas, mas também deve incluir discussões sobre como a ciência e a tecnologia afetam nossa sociedade e nosso mundo.

Registros Iniciais:

- Reconhecimento de que o conhecimento científico e tecnológico é construído em um contexto social, cultural e histórico.
- A importância de incluir as implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico no ensino para promover a alfabetização científica.
- Reconhecimento de que a ciência e a tecnologia têm um impacto significativo na sociedade e são influenciadas por ela, tornando essencial a análise de suas interações em sala de aula.

2.9 IDEIA CHAVE 9

Como promover o interesse pela ciência?

O desenvolvimento da competência científica exige e produz atitudes positivas em relação à ciência e ao conhecimento científico.

Atitudes positivas em relação à ciência são um fator fundamental no desenvolvimento de competência científica e vice-versa. Por outro lado, uma atitude negativa ou desinteresse pela ciência constitui um obstáculo ao desenvolvimento de competência científica^x (Pedrinaci et al., 2012, p.197).

A ideia 9 destaca que o desenvolvimento da competência científica requer e produz atitudes positivas em relação à ciência e ao conhecimento científico. Ao desenvolver essa competência, os estudantes cultivam uma atitude positiva em relação à ciência, estimulando sua curiosidade e motivação para explorar e investigar diferentes fenômenos. À medida que os estudantes se envolvem em atividades como experimentos e investigações, eles experimentam a obtenção de resultados baseados em evidências. Isso fortalece sua confiança na capacidade da ciência de fornecer respostas confiáveis e objetivas. Os estudantes aprendem a valorizar a ciência como uma ferramenta poderosa para gerar conhecimentos, inovações tecnológicas e soluções para questões socioambientais, promovendo uma atitude positiva em relação à ciência.

Registros Iniciais:

- Desenvolvimento da competência científica promove atitudes positivas em relação à ciência e ao conhecimento científico, estimulando a curiosidade e motivação dos estudantes para explorar fenômenos científicos.
- Envolvimento dos estudantes em atividades científicas, fortalece sua confiança na capacidade da ciência de fornecer respostas confiáveis e objetivas.
- Reconhecimento da utilidade da ciência na resolução de problemas e enfrentamento de desafios, promovendo uma atitude positiva em relação à ciência.
- Estímulo aos alunos para fazerem perguntas e buscarem respostas por conta própria, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e criativo fundamentais para a prática científica.

2.10 IDEIA CHAVE 10

O que o professor deve saber e ser capaz de fazer para promover a competência científica?
Saber ciência não é o mesmo que ter competência profissional para ensinar ciências.

Uma educação científica exige um corpo docente que não só conheça a ciência que pretende ensinar, mas também, que tenha competência didática para isso^{xi} (Pedrinaci et al., 2012, p.217).

O ponto em debate neta ideia-chave centra-se na premissa de que saber ciência não é o mesmo que ter competência para ensiná-la. Embora ambos requeiram um certo nível de alfabetização científica, a capacidade de entender conceitos científicos não significa, necessariamente, que se possa ensiná-los efetivamente. A formação de professores deve se concentrar tanto no desenvolvimento do conhecimento científico quanto nas habilidades didático pedagógicas necessárias para atingir os estudantes. Isso garantirá que os alunos não apenas aprendam ciências, mas também desenvolvam uma competência científica sólida.

Registros Iniciais:

- Importância de os professores possuírem tanto conhecimento científico sólido quanto competência didática para lidar com esse conhecimento de maneira eficaz junto aos alunos.

2.11 IDEIA CHAVE 11

Como avaliar em aula o desenvolvimento da competência científica?

A avaliação da competência científica exige novas formas de avaliar a aprendizagem.

Avaliar o grau de competência científica dos estudantes é uma atividade complexa que requer, além dos exames tradicionais, o uso de procedimentos que possibilitem conhecer os avanços e as dificuldades no desenvolvimento da competência, bem como as devidas atuações para cada caso^{xiii} (Pedrinaci et al., 2012, p.241).

No último capítulo Cañal (Pedrinaci et al., 2012), sugere que a avaliação da competência científica exige novas formas de avaliar a aprendizagem, refletindo a natureza complexa e multifacetada da alfabetização científica. Avaliar, requer dos docentes recorrer a procedimentos que potencializem conhecer os avanços e as dificuldades dos estudantes, bem como, as devidas atuações em cada caso. Os educadores devem buscar formas inovadoras e eficazes de avaliação que capturem não apenas o conhecimento factual dos alunos, mas também sua capacidade de aplicar esse conhecimento de maneira prática e significativa e seu entendimento sobre o processo da ciência.

Registros Iniciais:

- Reconhecimento da necessidade de novas formas de avaliar a competência científica dos estudantes, refletindo a complexidade da alfabetização científica.

3 METODOLOGIA

Este trabalho está inserido em uma tese de doutorado em andamento, que tem como objetivo estabelecer conexões entre as competências científicas essenciais para a formação docente, as competências específicas para o ensino das Ciências da Natureza, delineadas na Base Nacional Comum Curricular (2018) e os princípios da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Neste artigo pretende-se, a partir da análise da obra "11 Ideas Clave – El Desarrollo de la Competencia Científica" (Pedrinaci et al., 2012), traçar um primeiro mapa de referência.

Neste estudo, adotamos uma metodologia de pesquisa qualitativa, como apresentado por Creswell (2021), que se baseia em observações detalhadas e descrições interpretativas, uma vez que tem por objetivo compreender a multiplicidade de significados e sentidos que marcam as subjetividades dos sujeitos na relação com o social (Rodrigues, 2016). Esta abordagem nos permitiu explorar e entender profundamente as nuances e complexidades da obra em questão. Iniciamos com uma leitura exploratória dos capítulos, buscando familiaridade com a obra e identificando elementos relevantes. Durante esta etapa, foram apontados os comentários iniciais para cada ideia-chave, destacando as questões levantadas pelos autores.

Numa etapa posterior, recorrendo a análise de conteúdo, proposta por Laurence Bardin (2020), retomamos os comentários iniciais, consideramos sua pertinência e passamos a definir as unidades de registro.

Segundo Bardin (2020) a análise de conteúdo se pode definir como:

“um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (p. 44).

Destacamos também, entre várias outras definições disponíveis, a proposta por Downe-Wamboldt (1992), onde a análise de conteúdo pode ser concebida como:

“um método de pesquisa que providencia meios objetivos e sistemáticos para fazer inferências válidas de dados verbais, visuais ou escritos para descrever e quantificar fenômenos específicos. Infelizmente, para alguns pesquisadores, validade científica é igualada a quantificação [...] Análise de conteúdo é mais que um jogo de soma; ela se preocupa com significados, intenções, consequência e com o contexto” (Sampaio e Lycarião, (2021p. 16).

Nossa intenção se estabelece deste modo, em buscar de maneira objetiva e sistemática, significados e intenções, confiantes na possibilidade de construir referências para o enfrentamento de nosso objetivo na construção de um todo articulado.

Assim, em um processo meticoloso de leituras e releituras foi possível estabelecer, a partir das unidades de registro, segmentos compreensíveis do texto/contexto, que orientou a organização dos critérios de análise. Antes de iniciarmos o trabalho de categorização e análise final, apresentamos os registros iniciais (unidade de registro) e os critérios que foram estabelecidos a partir de cada um, relativo a cada ideia-chave discutida, no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Síntese das ideias-chave, unidades de registro e critérios

IDEIAS-CHAVE	UNIDADES DE REGISTRO	CRITÉRIOS
IDEIA 1	Formação científica como componente básico para a cidadania.	- Cidadania Responsável - Tomada de Decisão Informada
	A cidadania responsável, é essencial que os indivíduos sejam capazes de avaliar e compreender questões científicas que afetam a sociedade e ser capazes de tomar decisões informadas.	
IDEIA 2	Competência científica oferece critérios para organizar o currículo.	-Organização do Currículo -Seleção de Conteúdos -Orientações Metodológicas -Contextualização -Avaliação da Aprendizagem
	Critérios mais claros para a seleção de conhecimentos básicos (relevantes).	
	Orientações para as metodologias de ensino – ativa e contextualizada - e de avaliação.	
IDEIA 3	Selecionar noções e teoria científicas essenciais com maior potencial explicativo.	-Potencial Explicativo -Investigação Científica -Cidadania
	Conceitos científicos – base do conhecimento científico.	
	Priorizar a investigação científica.	
	Fortalecer a formação para a cidadania.	
IDEIA 4	Ensino Contextualizado, Aprendizagem Significativa e Consciência da relevância da Ciência – isso envolve construir compreensão baseada em questões e problemas da vida real, alfabetização científica, temas transversais, combater a visão de uma ciência neutra e objetiva, oferecer uma visão de ciência comprometida, potencializar a reflexão crítica.	-Contextualização -Aprendizagem Significativa -Relevância da Ciência -Alfabetização Científica -Natureza da Ciência -Reflexão Crítica

IDEIA 5	Alfabetização Científica, Teorias Científicas como Base, Percepção da Utilidade da Ciência, Correlação com a Natureza da Ciência, Aprendizagem Articulada e Contextualizada, Papel da Ciência e Tecnologia.	-Modelos Científicos Escolares -Natureza da Ciência -Argumentação
	Desenvolvimento e avaliação de modelos científicos no ambiente escolar, fundamental para compreender a natureza da ciência.	
	Reconhecimento da ciência como um empreendimento em constante transformação.	
	Papel da argumentação na compreensão da ciência	
	Necessidade de um discurso que reconheça evidências, articule modelos e teorias, e valide relações para uma compreensão mais completa do funcionamento da ciência.	
IDEIA 6	Investigação escolar – integração entre os diferentes procedimentos científicos; é fundamental para a alfabetização científica.	-Investigação Escolar -Contextualização -Aprendizagem Ativa -Alfabetização Científica -Resolução de Problemas
	Estudantes como protagonistas de seu próprio processo de construção de conhecimento através da investigação.	
	Ênfase na contextualização da investigação – ampliação do engajamento dos estudantes ao abordar questões relevantes para suas vidas, comunidades e sociedade em geral.	
IDEIA 7	Desenvolver a competência em comunicação científica para os estudantes.	-Comunicação Científica -Argumentação
	Importância da leitura, escrita e expressão oral em ciências para aprofundar a compreensão dos conceitos científicos, articular ideias, debater concepções, argumentar com base em evidências	
IDEIA 8	Reconhecimento de que o conhecimento científico e tecnológico é construído em um contexto social, cultural e histórico.	-Natureza da Ciência e da Tecnologia -Alfabetização Científica -Relações CTS
	A importância de incluir as implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico no ensino para promover a alfabetização científica.	
IDEIA 9	Reconhecimento de que a ciência e a tecnologia têm um impacto significativo na sociedade e são influenciadas por ela, tornando essencial a análise de suas interações em sala de aula.	-Atitudes Positivas Favorecem o Desenvolvimento da Comp. Científica -Atitudes Positivas para a Ciência e para o Conhecimento Científico -Reconhecimento da Utilidade da Ciência -Desenvolvimento do Pensamento Crítico
	Desenvolvimento da competência científica promove atitudes positivas em relação à ciência e ao conhecimento científico, estimulando a curiosidade e motivação dos estudantes para explorar fenômenos científicos.	
	Envolvimento dos estudantes em atividades científicas, fortalece sua confiança na capacidade da ciência de fornecer respostas confiáveis e objetivas.	
	Reconhecimento da utilidade da ciência na resolução de problemas e enfrentamento de desafios, promovendo uma atitude positiva em relação à ciência.	
	Estímulo aos alunos para fazerem perguntas e buscarem respostas por conta própria, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e criativo fundamentais para a prática científica.	
IDEIA 10	Importância de os professores possuírem tanto conhecimento científico sólido quanto competência didática para transmitir esse conhecimento de maneira eficaz aos alunos.	-Competência Didática
IDEIA 11	Reconhecimento da necessidade de novas formas de avaliar a competência científica dos estudantes, refletindo a complexidade da alfabetização científica.	-Avaliação da Competência Científica

Fonte: autoras (2024)

A partir do quadro dos critérios, nos dedicamos a organizá-los em categorias. Na perspectiva da análise do conteúdo, as categorias são vistas como classes que agrupam determinados elementos reunindo características comuns. Como se pode supor são variadas as possibilidades de categorização e tal multiplicidade se traduziu, inicialmente, em um

problema a enfrentar. Contudo, o objetivo de nossa empreitada se configurou como o guia mestre - procuramos uma categorização que pudesse colaborar na busca de referências para as competências científicas necessárias a formação docente. Este foi nosso objetivo aos nos debruçarmos na obra de Pedrinaci et al. (2012).

Considerando as referências do Quadro1, num primeiro momento, nossa análise nos leva as seguintes categorias: cidadania, conhecimento científico, atitudes positivas, aprendizagem significativa e ativa, alfabetização científica, natureza da ciência, argumentação, modelos científicos escolares, relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), avaliação, criticidade, conceitos científicos relevantes (conceitos base). Neste processo, tanto a frequência com que apareceram, quanto os desdobramentos possíveis de significado, foram significativos. Ao tentar traduzir tais significados e explicitar com mais clareza o que cada categoria inicial buscava contemplar, ajustes e refinamentos foram necessários. Novos agrupamentos surgiram e a conexão entre os critérios foi se desvelando.

A organização que chegamos é apresentada no Quadro 2, onde se apresentam na segunda coluna os critérios anteriormente delineados, enquanto as categorias definidas são oferecidas na primeira coluna.

Quadro 2- Categorias estabelecidas a partir dos critérios

CATEGORIAS	CRITÉRIOS
Cidadania Responsável	<ul style="list-style-type: none"> • Cidadania Responsável • Potencial Explicativo • Reconhecimento da Utilidade da Ciência • Atitudes Positivas para a Ciência • Conhecimento Científico
Educação Científica e Metodologia de Ensino	<ul style="list-style-type: none"> • Organização do Currículo • Seleção de Conteúdos • Orientações Metodológicas • Contextualização • Aprendizagem Significativa • Aprendizagem Ativa • Investigação Científica • Investigação Escolar • Resolução de Problemas
Comunicação e Argumentação Científica	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicação Científica • Argumentação
Conhecimento Científico e Alfabetização Científica	<ul style="list-style-type: none"> • Alfabetização Científica • Natureza da Ciência • Modelos Científicos Escolares • Relações Ciência-Tecnologia-Sociedade
Atitudes e Reflexão Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Atitudes Positivas Favorecem o Desenvolvimento da Comp. Científica • Desenvolvimento do Pensamento Crítico
Competência Didática e Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Competência Didática • Avaliação da Aprendizagem • Avaliação da Competência Científica

Fonte: autoras (2024)

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

A primeira categoria, **Cidadania Responsável**, sugere que os professores, como agentes de cidadania, devem ir além da mera transmissão de conhecimento, atuando como um guia para o desenvolvimento de cidadãos conscientes e engajados. Isso significa estimular o senso crítico, a participação social e a responsabilidade ambiental nos alunos, utilizando a ciência como ferramenta para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. Além disso, devem apresentar um sólido conhecimento científico que promova o diálogo, demonstre a relevância da ciência para a resolução de problemas reais e a tomada de decisões conscientes, fomentando a cultura científica na comunidade escolar.

Na segunda categoria, **Educação Científica e Metodologias de Ensino**, se abordam aspectos diversos do ensino de ciências, desde a estrutura curricular até a aplicação prática dos conceitos científicos. Destaca-se a importância de uma abordagem metodológica que estimule o envolvimento dos alunos, desenvolvendo suas habilidades científicas e construindo conhecimento significativo. Esses elementos são fundamentais para uma educação científica eficaz e enriquecedora. Podemos destacar, deste modo, que os professores devem não só compreender profundamente os conceitos científicos, como também, as melhores práticas de ensino, garantindo aprendizagens significativas e contextualizadas para os alunos, potencializando uma educação científica com qualidade.

Quanto a categoria **Comunicação e Argumentação Científica**, há ênfase para a importância de os professores serem capazes de articular e debater ideias e conceitos. Isso envolve não apenas a capacidade de comunicar resultados, mas também de apresentar argumentos bem fundamentados, essenciais para a expressão e defesa de ideias no contexto científico. Se espera que o professor apresente os conceitos científicos de maneira acessível aos alunos, que recorra a dados, evidências e exemplos concretos para fundamentar suas explicações de forma lógica e persuasiva. Deve estimular o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos, ensinando-os a analisar informações, identificar falhas lógicas e construir seus próprios argumentos, promovendo assim uma compreensão mais profunda e autônoma da ciência.

A quarta categoria, **Conhecimento Científico e Alfabetização Científica**, aborda a necessidade de os docentes desenvolverem uma alfabetização científica sólida, acompanhando as constantes evoluções do conhecimento científico e tecnológico. Eles devem compreender os processos e métodos científicos, a natureza da ciência e da tecnologia, utilizar modelos adequados para facilitar a aprendizagem e refletir sobre as interações ciência, tecnologia, sociedade. É também essencial que o professor promova a alfabetização científica para todos, garantindo que todos os alunos, independentemente de suas origens ou habilidades, tenham acesso a uma educação científica de qualidade.

A categoria **Atitudes e Reflexão Crítica**, destaca a importância de promover o pensamento crítico e atitudes positivas em relação à ciência, como componentes essenciais da educação científica. Reconhecemos que atitudes como curiosidade, abertura e respeito pela ciência são fundamentais para o engajamento eficaz com o conhecimento científico. A reflexão crítica, por sua vez, permite aos indivíduos analisarem e avaliarem objetivamente as informações científicas, contribuindo para uma compreensão mais profunda e informada do mundo.

Finalmente, a sexta categoria, **Competência Didática e Avaliação**, ressalta a importância de desenvolver habilidades de ensino eficazes e de realizar uma avaliação criteriosa da aprendizagem dos alunos. A competência didática do professor é crucial para o sucesso educacional dos alunos. Uma abordagem holística é desejável para o desenvolvimento

profissional dos educadores e para a melhoria contínua da qualidade do ensino e da aprendizagem.

Em síntese, ao analisar as necessidades formativas dos professores de Ciências da Natureza, podemos traçar um panorama mais completo das competências que esses profissionais precisam desenvolver para promover a educação científica. O quadro a seguir (Quadro 3), oferece, uma síntese deste percurso. Para cada categoria, anteriormente apresentada, associamos a expectativa relativa à formação docente, bem como alguns elementos que podem ser potencializados no cenário de ensino-aprendizagem (na ação docente). Acreditamos que este quadro, representa a síntese do processo em foco neste trabalho.

Quadro 3 – Expectativas: formação docente

CATEGORIA	EXPECTATIVA RELATIVA À FORMAÇÃO DOCENTE	ELEMENTOS QUE QUE PODEM SER POTENCIALIZADOS NO CENÁRIO DO ENSINO-APRENDIZAGEM
Cidadania Responsável	Professor como agente de cidadania.	Estímulo ao senso crítico, a participação social e a responsabilidade ambiental, utilizando a ciência como ferramenta para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.
Educação Científica e Metodologia de Ensino	Competência e habilidades para utilizar diferentes metodologias de ensino, como investigação científica, experimentação, problematização e aprendizagem colaborativa.	Aptidão e conhecimento para mediar debates sobre temas científicos e tecnológicos. Promoção do diálogo entre diferentes visões de mundo, fomentando a cultura científica na comunidade escolar. Práticas e abordagens inovadoras, baseadas em estudantes ativos em seu processo de aprendizagem.
Comunicação e Argumentação Científica	Oferecer oportunidades para ler, escrever e falar sobre ciência. Competência e habilidades para promover o debate de ideias, a argumentação e o fomento a resolução de problemas. Professores capazes de comunicar conceitos científicos de maneira acessível e apresentar argumentos lógicos e baseados em evidências.	Estimular o pensamento crítico questionar informações, analisar dados, argumentar, defender ideias, tomar decisões.
Conceitos Científicos e Alfabetização Científica	Domínio sólido do conteúdo científico, dos processos da ciência, da natureza da ciência e da tecnologia, dos principais aportes que oportunizam a alfabetização científica.	Apresentar um conhecimento de ciências e sobre ciências que possibilite compreender as relações entre ciência e sociedade. Reconhecer a relevância da ciência para a resolução de problemas reais, para a sociedade, para a tomada de decisões.
Atitudes e Reflexão Crítica	Enfatiza em sua atuação a promoção de uma cultura científica positiva.	Valorização da ciência, posicionamento crítico, estar alfabetizado cientificamente, sendo capaz de compreender situações e fenômenos diversos.

<p>Competência Didática e Avaliação</p>	<p>Compreender a avaliação da aprendizagem como um processo contínuo e formativo, que forneça feedback para o aprimoramento do ensino.</p> <p>Buscar estratégias diferenciadas para alcançar a diversidade de aprendizagens.</p>	<p>Reconhecimento da aprendizagem em processo, bem como desenvolvimento de processos metacognitivos que potencializem o aprendizado.</p> <p>Autoavaliação positiva sobre si mesmo, sobre sua potencialidade para aprender, para resolver problemas, compreender as situações diversas e oferecer propostas de ação e intervenção.</p>
--	--	---

Fonte: autoras (2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo preliminar buscou estabelecer um mapa de referência para as competências científicas essenciais na formação de professores de Ciências da Natureza, considerando a análise de conteúdo da obra "11 Ideas Clave – El Desarrollo de la Competencia Científica" (Pedrinaci et al., 2012). Tal estudo e análise permitiram a identificação e categorização de elementos fundamentais que podem ser utilizados como base para futuras pesquisas e práticas educacionais.

A metodologia de análise de conteúdo utilizada seguiu as etapas delineadas por Bardin (2020), possibilitando uma categorização dos temas abordados nos capítulos do livro. Essa abordagem revelou a importância de uma educação científica que vai além da mera transmissão de conhecimentos teóricos, enfatizando a aplicação prática e contextualizada desses conhecimentos. Entre os principais achados, destacamos a necessidade de desenvolver a competência científica para a cidadania, integrar teoria e prática, contextualizar o ensino de ciências, fomentar a comunicação científica, promover atitudes positivas em relação à ciência, enfatizar a natureza da ciência.

Considerando estes aspectos, a formação científica dos professores é relevante para a promoção de uma educação que capacite os alunos a se engajarem ativamente na sociedade de forma responsável. Além de compreender os conceitos científicos, os professores precisam ser capazes de aplicá-los em contextos sociais e ambientais. Isso implica não apenas transmitir conhecimentos teóricos, mas também adaptá-los em situações diversas, promovendo uma aprendizagem significativa e relevante para os alunos.

O ensino de ciências deve ser, portanto, contextualizado, demonstrando sua aplicabilidade na vida cotidiana e na resolução de problemas reais, o que aumenta o interesse dos alunos e reforça a importância da ciência na sociedade. Os professores também devem incentivar a comunicação científica entre os alunos, promovendo debates, argumentação baseada em evidências e a construção colaborativa do conhecimento.

Além disso, é fundamental que os professores cultivem atitudes positivas em relação à ciência, destacando suas contribuições para o avanço tecnológico e a melhoria da qualidade de vida. Devem enfatizar a natureza da ciência como um processo dinâmico, incentivando os alunos a compreenderem-na como uma atividade humana sujeita a revisões e melhorias contínuas.

A reflexão sobre a necessidade de os educadores possuírem não apenas um sólido conhecimento científico, mas também habilidades didáticas para engajar os alunos de maneira significativa, ressalta a complexidade e responsabilidade envolvidas no ensino de ciências. Isso possibilita considerar a importância do constante aprimoramento profissional dos professores, buscando atualizações e estratégias pedagógicas inovadoras que possam atender às demandas de uma educação científica contemporânea e relevante.

Essas considerações reforçam a importância de uma formação docente robusta e bem fundamentada, capaz de preparar professores que inspirem seus alunos a se tornarem cidadãos críticos, informados e engajados. A estrutura de referência desenvolvida neste estudo pode servir como um guia valioso para a implementação de práticas educacionais inovadoras e eficazes no ensino das Ciências da Natureza.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70. Lisboa. 2020. ISBN: 978-972-44-1506-2

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

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. São Paulo: Penso, 2021. 296 p.

DOWNE-WAMBOLDT, B. Content analysis: method, applications, and issues. *Health care for women international*, v. 13, n. 3, p. 313-321, 1992.

PEDRINACI, E. (Coord.), CAAMAÑO A., CAÑAL, P., PRO, A. **11 Ideas Clave. El Desarrollo de la Competencia Científica**. Barcelona, España: Editorial Graó. ISBN: 978-84-9980-472-9. 294 páginas. 2012.

RODRIGUES, C.S.D. **Tessituras da racionalidade pedagógica na docência universitária: narrativas de professores formadores**. Tese (Doutorado em Educação). 259f. Universidade Estadual do Ceará, 2016. Fortaleza, 2016.

SAMPAIO, R.C. **Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação**. Brasília: Enap, 2021. 155 p. : il. (Coleção Metodologias de Pesquisa)

VALLADARES, L. **Las competencias en la educación científica. Tensiones desde el pragmatismo epistemológico**. *Perfiles educativos*. 33(132), 156-179. 2011
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000200010&lng=es&tlng=es. Acesso em: 25 maio, 2024

NOTAS

¹ **Texto Original:** ¿Debe centrarse la enseñanza de las ciencias en el desarrollo de la competencia científica? Idea clave 1. El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En un mundo globalizado y tecnológicamente avanzado, el ejercicio de una ciudadanía responsable requiere disponer de una formación científica que permita intervenir en la toma de decisiones sobre cuestiones de interés social.

ⁱⁱ Texto Original: ¿Es la competencia científica un elemento curricular más o una nueva forma de organizar el currículo de ciencias? Idea clave 2. La noción de competencia científica proporciona criterios para seleccionar, enseñar y evaluar los conocimientos básicos. La potencialidad de la noción de competencia científica deriva de la ayuda que puede proporcionar para organizar el currículo, aportando criterios para seleccionar los conocimientos básicos y orientando sobre el modo enseñarlos y evaluarlos.

ⁱⁱⁱ Texto Original: ... promueve el uso de metodologías poco participativas...

^{iv} Texto Original: ¿Qué conceptos y teorías científicas deben incluirse en el currículo? Idea clave 3: Deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural. Deben seleccionarse más y mejor las nociones y teorías científicas que forman parte del currículo, e incluir sólo las de mayor potencialidad explicativa que sean imprescindibles para elaborar interpretaciones básicas sobre el mundo natural. Identificarlas no resulta fácil.

^v Texto original: ¿Conviene enseñar la ciencia de manera contextualizada? Idea clave 4: Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. Una enseñanza contextualizada de la ciencia da sentido al conocimiento, lo hacemos transferible y ayuda a mostrar su utilidad para dar respuesta a cuestiones relacionadas con la vida cotidiana.

^{vi} Texto original: ¿Cómo debe ser abordada la naturaleza de la ciencia en el currículo? Idea clave 5: La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. Elaborar modelos científicos escolares y evaluarlos basándose en pruebas proporciona buenas oportunidades para entender cómo se construye y valida el conocimiento científico y, en definitiva, para acercarse al conocimiento de la naturaleza de la ciencia.

^{vii} Texto original: ¿Qué tipo de actividad integra mejor el aprendizaje de los procedimientos científicos? Idea clave 6: La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. Debe promoverse un aprendizaje articulado y contextualizado de los procedimientos científicos que muestre su diversidad y utilidad y, probablemente, la mejor manera de hacerlo sea con actividades de investigación escolar.

^{viii} Texto original: ¿La enseñanza de las ciencias debe ayudar al desarrollo de la competencia en comunicación lingüística? Idea clave 7: Aprender ciencias es, en buena medida, aprender a leer, escribir y hablar ciencia. El aprendizaje de la ciencia implica leer, escribir y hablar ciencia o hacerlo sobre ella; en consecuencia, cualquier propuesta de enseñanza científica debe preocuparse de incluir actividades que promuevan esta competencia comunicativa.

^{ix} Texto original Texto original: ¿Deben analizarse en el aula las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología? Idea clave 8: Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza. La ciencia y la tecnología afectan a la sociedad y se ven afectadas por ella; entender algunas de sus principales interacciones resulta esencial en una propuesta de enseñanza que quiera promover la alfabetización científica.

^x Texto original: ¿Cómo promover el interés por la ciencia? Idea clave 9: El desarrollo de la competencia científica demanda y produce actitudes positivas hacia la ciencia y el conocimiento científico. Las actitudes positivas hacia la ciencia son un factor fundamental en el desarrollo de la competencia científica y viceversa. Por el contrario, una actitud negativa o de desinterés hacia la ciencia constituye un obstáculo para el desarrollo de la competencia científica.

^{xi} Texto original: ¿Qué debe saber y saber hacer el profesor para promover el desarrollo de la competencia científica? Idea clave 10: Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. Una enseñanza de las ciencias orientada hacia el logro de la competencia científica del alumnado demanda un profesorado que no sólo conozca la ciencia que pretende enseñar, sino que disponga de la competencia didáctica para hacerlo.

^{xii} Texto original: ¿Cómo evaluar en clase el desarrollo de la competencia científica? Idea clave 11: La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. Evaluar el grado de competencia científica de los escolares es una actividad compleja que requiere, más allá de los exámenes tradicionales, el uso de procedimientos que ayuden a conocer sus avances y dificultades en el desarrollo de esta competencia, así como los cambios adecuados para cada caso.