



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICAS - DOUTORADO

ANA SILVIA ALVES GOMES

**LETRAMENTO CIENTÍFICO E HABILIDADES DIDÁTICAS EM  
PRODUÇÕES ESCRITAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Belém, Pará  
2022

ANA SILVIA ALVES GOMES

**LETRAMENTO CIENTÍFICO E HABILIDADES DIDÁTICAS EM  
PRODUÇÕES ESCRITAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica/UFPA, como exigência parcial para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemática.

Orientação: Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida

Coorientação: Profa. Dra. Elizabeth Orofino Lúcio.

Belém, Pará  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pela  
autora

---

G6331 Gomes, Ana Silvia Alves.

Letramento científico e habilidades didáticas em produções  
escritas de professores de ciências / Ana Silvia Alves Gomes. —  
2022.

188 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de  
Almeida

Coorientação: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Elizabeth Orofino Lúcio

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de  
Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em  
Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2022.

1. formação de professores. 2. habilidades didáticas. 3.  
letramento científico. 4. ensino de ciências. I. Título.

CDD 371.102

---

**ANA SILVIA ALVES GOMES**

**LETRAMENTO CIENTÍFICO E HABILIDADES DIDÁTICAS EM  
PRODUÇÕES ESCRITAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica/UFPA, como exigência parcial para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemática.

Orientação: Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida

Coorientação: Profa. Dra. Elizabeth Orofino Lucio.

Data de defesa: 26 de abril de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida  
(PPGECM/IEMCI/UFPA – Orientadora)

Profa. Dra. Elizabeth Orofino Lúcio  
(ICED/UFPA – Co-Orientadora)

Profa. Dra. Ayvania Alves Pinto  
(GELPEA/UEPA – Membro Externo)

Prof. Dr. Jorge Raimundo da Trindade Souza  
(ICEN/UFPA – Membro Externo)

Profa. Dra. Nádia Magalhães da Silva Freitas  
(PPGECM/IEMCI/UFPA – Membro Interno)

Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro  
(PPGECM/IEMCI/UFPA – Membro Interno)

Belém, Pará  
2022

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos e iluminação.

Aos meus pais, Nilce Alves Gomes e Luis Mariano Rayol Gomes, pela dedicação, inspiração, força e amor que dedicam ao longo da minha vida.

Às minhas orientadoras, Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida e Profa. Dra. Elizabeth Orofino Lúcio, pela competência, paciência e segurança com as quais pude contar sempre que precisei.

Aos membros da Coordenação e Secretaria do PPPGEM/IEMCI/UFPA do período que realizei o doutorado, especialmente ao Prof. Dr. Iran Abreu Mendes, Prof. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves, Profa. Dra. Isabel Rodrigues de Lucena e Prof. Dr. Marcos Guilherme Moura Silva, pelo apoio e orientação em todos os assuntos acadêmicos relacionados ao Programa.

Aos meus colegas do Instituto de Educação Matemática e Científica da UFPA.

Às/os colegas professoras e professores que generosamente concordaram em participar do estudo.

Finalmente, a minha gratidão além da medida a meu marido Jesus Cardoso Brabo pelo seu amor, apoio e estímulo incondicional.

“A verdadeira educação muda o sentido da experiência humana. Sabemos que as pessoas podem aprender a aprender, podem se tornar conscientes de seu poder de assumir o controle de sua própria experiência de forma a transformar suas vidas. ”

(NOVAK; GOWIN, 1984, p. 11)

## RESUMO

Esta pesquisa visou identificar, descrever e apontar eventuais correlações entre níveis de letramento científico e habilidades didáticas de professores da educação de básica. Trata-se de uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, do tipo exploratória, onde os *softwares* MAXQDA 2020 e JAMOVI 2.2.5 foram utilizados para produzir análises de conteúdo e estatísticas descritivas de dados coletados, junto a um grupo de 18 (dezoito) professores da educação básica, calouros de um curso de pós-graduação *stricto sensu*, que, voluntariamente, responderam questões do chamado Teste de Habilidades de Letramento Científico (TOSLS) e elaboraram, por escrito, propostas de sequências didáticas. Para analisar as referidas propostas foi criado um Protocolo de Análise de Habilidades Didáticas (PAHD), cujas categorias de análises foram inspiradas nas ideias contemporâneas de autores de orientação construtivista. As análises dos resultados da categorização dos indícios de habilidades didáticas mostraram que os participantes apresentaram, em média, metade das habilidades didáticas de natureza construtivista propostas no PAHD. Em média, os participantes deste estudo também não apresentaram um bom desempenho no TOSLS. Os dados obtidos não foram suficientes para corroborar a hipótese de correlação entre Letramento Científico e Habilidades didáticas. Todavia, não é possível descartar a possibilidade de observar a ocorrência de correlações estatisticamente significativas entre tais habilidades em grupos de professores suficientemente maiores e mais diversificados. Os resultados sugerem que, caso se tenha interesse em realmente implementar diretrizes curriculares e estratégias de ensino-aprendizagem-avaliação de natureza construtivista nas escolas, é necessário incrementar programas de formação docente com objetivos, temas e estratégias de ensino focadas em habilidades que apresentaram baixa incidência neste estudo, uma vez que, como discutido no texto, todas são essenciais para o planejamento e realização de aulas de natureza construtivista e importantes para o desenvolvimento profissional dos professores. Não obstante, ainda que haja muito a explorar sobre a questão de habilidades didáticas, o escopo dessa tese, particularmente o PAHD, possui um grande potencial como instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Apesar das limitações apontadas, os resultados e o escopo dessa tese constituem uma referência importante tanto para futuras pesquisas quanto para eventuais reformulações em programas de formação de professores de ciências, tendo em vista os resultados empíricos, as discussões teóricas e as ideias metodológicas que contém.

**Palavras-chave:** Construtivismo, CTS, Formação de professores, Saberes docentes, TOSLS.

## ABSTRACT

This research aimed to identify, describe, and point out possible correlations between levels of scientific literacy and teaching skills of elementary school teachers. This is exploratory qualitative-quantitative research, where the MAXQDA 2020 and JAMOVI 2.2.5 software were used to produce content analysis and descriptive statistics of collected data, together with a group of 18 (eighteen) teachers from basic education, freshmen of a *stricto sensu* postgraduate course, who voluntarily answered questions from the so-called Scientific Literacy Skills Test (TOSLS) and prepared, in writing, proposals for didactic sequences. To analyze these proposals, a Didactic Skills Analysis Protocol (PAHD) was created, whose analysis categories were inspired by the ideas of contemporary constructivist authors. The analysis of the results of the categorization of didactic skills evidence showed that the participants presented, on average, half of the didactic skills of a constructivist nature proposed in the PAHD. On average, participants in this study also did not perform well on the TOSLS. The data obtained were not sufficient to support the hypothesis of correlation between Scientific Literacy and Teaching Skills. However, it is not possible to rule out the possibility of observing the occurrence of statistically significant correlations between such abilities in sufficiently larger and more diversified samples. The results suggest that, if one is interested in implementing curricular guidelines and teaching-learning-assessment strategies of a constructivist nature in schools, it is necessary to increase teacher training programs with objectives, themes and teaching strategies focused on skills that had a low incidence. In this study, since, as discussed in the text, all of them are essential for planning and conducting classes of a constructivist nature and important for the professional development of teachers. Although there is still much to be explored on the issue of didactic skills, the scope of this thesis, and particularly the PAHD, had great potential as an instrument for research and professional development. Despite the limitations pointed out, the results and scope of this thesis constitute an important reference both for future research and for eventual reformulations in science teacher training programs, in view of the empirical results, the theoretical discussions and the methodological ideas it contains.

**Keywords:** Constructivism, STS, Teacher training, Teaching knowledge, TOSLS.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Gráfico 1</b> - Frequência de ocorrência das diferentes habilidades didáticas.....	142
<b>Gráfico 2</b> - Frequências dos diferentes conjuntos de habilidades didáticas por professor ....	143
<b>Gráfico 3</b> - Dispersão das frequências da soma de habilidades didáticas dos professores (valor máximo = 27) .....	144
<b>Gráfico 4</b> - TOSLS; Resposta por participante.....	146
<b>Gráfico 5</b> - TOSLS, respostas por questão .....	147
<b>Gráfico 6</b> - TOSLS: Resultados de subscores de habilidades de letramento científico.....	148
<b>Figura 1</b> - Nuvem de palavras dos textos dos planos de aulas (N = 18, Freq. Mín.: 20 ocorrências) .....	145
<b>Figura 2</b> - Dados quantitativos da nuvem de palavras dos textos dos planos de aulas (N = 18, Freq. mín.: 20 ocorrências).....	145

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Perfil dos participantes da pesquisa.....	88
<b>Tabela 2</b> - Excertos da habilidade de Articular atividades com planejamento de longo prazo .....	89
<b>Tabela 3</b> - Excertos da habilidade de Explorar aspectos CTS .....	90
<b>Tabela 4</b> - Excertos da habilidade de Definir metas específicas para cada aula ou sequencia didática .....	93
<b>Tabela 5</b> - Excertos da habilidade de Planejar o desenvolvimento de aulas coerentes... ..	95
<b>Tabela 6</b> - Excertos da habilidade de Organizar diferentes fontes de consulta e referências ..	97
<b>Tabela 7</b> - Excertos da habilidade de Organizar diferentes recursos e materiais didáticos .....	99
<b>Tabela 8</b> - Excertos da habilidade de Fazer uso de pesquisa e inovação didática (coerentemente) .....	101
<b>Tabela 9</b> - Excertos da habilidade de Fazer uso de pesquisa e inovação didática (incoerentemente) .....	103
<b>Tabela 10</b> - Excertos da habilidade de Saber e ensinar o uso de TICs para buscar informações... ..	104
<b>Tabela 11</b> - Excertos da habilidade de Elaborar e apresentar questões problemas estimulantes... ..	107
<b>Tabela 12</b> - Excertos da habilidade de Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto ...	108
<b>Tabela 13</b> - Excertos da habilidade de Guiar a explicitação de hipóteses dos alunos .....	111
<b>Tabela 14</b> - Excertos da habilidade de Sondar conhecimentos prévios dos alunos.....	112
<b>Tabela 15</b> - Excertos da habilidade de Elaborar representações dos conhecimentos prévios... ..	114
<b>Tabela 16</b> - Excertos da habilidade de Imaginar designs experimentais para testar hipóteses .....	117
<b>Tabela 17</b> - Excertos da habilidade de Fornecer instruções do que deve ser feito .....	119
<b>Tabela 18</b> - Excertos da habilidade de Estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias .....	121
<b>Tabela 19</b> - Excertos da habilidade de Fazer com que os alunos dêem a priori um significado... ..	123
<b>Tabela 20</b> - Excertos da habilidade de Adaptar continuamente e online as atividades... ..	125

<b>Tabela 21</b> - Excertos da habilidade de Flexibilizar metas de aprendizagem.....	125
<b>Tabela 22</b> - Excertos da habilidade de Estimular os estudantes a regularem sua ... aprendizagem.....	127
<b>Tabela 23</b> - Excertos da habilidade de Dar autonomia de escolha aos estudantes .....	129
<b>Tabela 24</b> - Excertos da habilidade de Produzir sínteses a respeito da aprendizagem dos estudantes .....	132
<b>Tabela 25</b> - Excertos da habilidade de Propor e discutir critérios de avaliação coerentes... .	134
<b>Tabela 26</b> - Excertos da habilidade de Estimular e orientar a produção de sínteses... ..	136
<b>Tabela 27</b> - Estatísticas descritivas de acertos do TOSLS.....	146
<b>Tabela 28</b> – Médias do TOSLS e PAHD por subgrupos de nível de atuação .....	149
<b>Tabela 29</b> - Médias do TOSLS e PAHD por subgrupos de curso de graduação .....	149
<b>Tabela 30</b> - Matriz de correlação entre escores do TOSLS e PAHD .....	151

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Letramento ou alfabetização científica?	17
2.1.1	Origem e tipos de <i>scientific literacy</i>	17
2.1.2	Introdução do termo no Brasil	22
2.1.3	A controvérsia da terminologia	24
2.1.4	A perspectiva sociolinguística da alfabetização e letramento	27
2.1.5	A influência da sociolinguística no conceito de alfabetização/letramento científica/o	34
2.1.6	A importância da alfabetização/letramento científica/o	36
2.1.7	O que pode ser feito em prol da alfabetização/letramento científico?	38
2.2	Saberes, conhecimentos, competências e habilidades docentes	40
2.2.1	A multiplicidade e importância dos saberes docentes	40
2.2.2	Do psicocognitivismo ao modelo do professor como pesquisador reflexivo	41
2.2.3	Críticas ao modelo do professor como pesquisador reflexivo	47
2.2.4	Dificuldades de definir o saber docente	50
2.2.5	Saberes ou conhecimentos?	53
2.2.6	Os saberes provenientes da prática	55
2.2.7	Competências docentes	62
2.2.8	Habilidades docentes	66
2.2.9	Habilidades didáticas de professores construtivistas	70
2.3	Habilidades docentes <i>versus</i> letramento científico	77
3	METODOLOGIA	79
3.1	Objetivo e delimitação do objeto de estudo	79
3.2	Instrumento e técnicas de coleta e análise de dados	79

3.2.1	Teste de habilidades de letramento científico - TOSLS	79
3.2.2	Protocolo de coleta e análise de habilidades didáticas	81
3.3	Participantes da pesquisa e coleta de dados	86
3.4	Análise de dados	86
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4.1	Perfil dos participantes	88
4.2	Análise dos dados qualitativos do PAHD	89
4.3	Análises quantitativas do PAHD	141
4.4	Resultados do TOSLS e análise de correlação de habilidades	146
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
6	REFERÊNCIAS	160
7	ANEXO – QUESTÕES DO TOSLS	179

# 1 INTRODUÇÃO

A melhoria da formação dos professores é uma das primeiras ações que são propostas quando se discute problemas do sistema educacional brasileiro. Contudo, diante dos últimos resultados obtidos por estudantes brasileiros em avaliações de sistemas educacionais, como o PISA e o SAEB, é possível inferir que os diversos projetos e programas de formação docente, realizados ao longo dos últimos anos, parecem ter surtido pouco ou nenhum efeito na melhoria dos sistemas de ensino no Brasil (FALVO; AMARAL, 2016). Obviamente, temos algumas escolas que se destacam em qualidade de ensino, mas quando os resultados globais são postos em análise, conclui-se facilmente que tais escolas são exceções em um sistema de ensino ainda precário.

Uma análise mais detalhada desses resultados mostra que o problema está muito além da baixa qualidade da formação de professores. Os problemas incluem falhas de gestão e infraestrutura escolar, desvalorização de profissionais da educação e defeitos de organização curricular (HAGUETTE, PESSOA e VIDAL, 2016). Não obstante, infelizmente, a baixa qualidade da formação docente ainda figura entre os problemas crônicos a serem superados (GATTI, 2010; SAVIANI, 2009).

Esta pesquisa, com intuito de oferecer uma possível contribuição para o debate a respeito do desafio de formar professores, baseia-se em duas ideias interligadas. A primeira refere-se à importância do chamado letramento científico e sua relação com a capacidade de aprendizagem de conceitos científicos e competências acadêmicas e profissionais das pessoas em geral e de professores, em particular (GORMALLY et. al, 2012; MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005). A segunda refere-se ao desenvolvimento das chamadas habilidades didáticas de professores (VILLANI; PACCA, 1997; CARVALHO; GIL-PEREZ, 1998).

Tanto o letramento científico quanto as habilidades didáticas de professores têm sido pesquisadas de maneira isolada uma da outra. Mesmo que algumas pesquisas tenham suposto uma forte interação entre ambas (OVIGLI; BERTUCCI, 2009; FREITAS; VILLANI, 2002), ainda não foram realizadas pesquisas para analisar, efetivamente, eventuais correlações entre essas competências e/ou entre habilidades específicas que as compõe. Nossa pretensão é estudar esses aspectos e elucidar possíveis singularidades que possam contribuir na formulação/realização de programas de formação de professores de ciências e/ou servir de parâmetro para a elaboração de obras e referências para tal finalidade.

Em uma pesquisa anterior, traduzimos e aplicamos um instrumento de mensuração do nível de letramento científico de professores, com o qual foi possível contrastar níveis de

letramento com o grau de consciência metacognitiva de um grupo de professores de ciências (GOMES; ALMEIDA, 2016). Para dar continuidade e aprofundar a investigação de diferentes aspectos que eventualmente possam estar relacionados ao nível de letramento científico dos professores, este trabalho propõe contrastar o nível geral e diferentes habilidades de letramento científico, obtido através da aplicação do chamado Teste de Habilidades de Letramento Científico (TOSLS), com determinadas habilidades didáticas de orientação construtivista que, a princípio, deveriam ser dominadas por professores de ciências, haja vista que tal abordagem é a principal fundamentação teórica que subjaz propostas curriculares contemporâneas para o ensino-aprendizagem de ciências.

Para tentar identificar eventuais níveis de letramento científico e habilidades didáticas de professores foram utilizados instrumentos e técnicas de avaliação, que possibilitassem a discussão das seguintes questões de pesquisa: Existe correlação entre habilidades de letramento científico e habilidades didáticas? É possível identificar tais habilidades e as possíveis correlações entre elas através de aplicação de questionários e protocolos de análise de conteúdo? Quais são as habilidades mais e menos desenvolvidas em determinado grupo de professores que ensinam ciências?

Assim, esta pesquisa de abordagem quali-quantitativa, do tipo exploratória, utilizando análise de conteúdo e estatística descritiva para análise dos dados, tem o objetivo de analisar a ocorrência de diferentes tipos de habilidades didáticas e de letramento científico em um grupo de professores; investigando a possibilidade do uso de protocolos de análise de conteúdo e testes padronizados para investigar eventuais correlações entre esses dois tipos de habilidades.

Analisa-se a hipótese de que há correlações entre habilidades didáticas e habilidades de letramento científico. Ou seja, o estudo tenta avaliar se professores cientificamente bem letrados possuem um maior repertório de habilidades didáticas de natureza construtivista.

Como a intenção é analisar possíveis relações entre habilidades didáticas e letramento científico, antes de expor os métodos de coleta e análise dos dados propostos e os resultados obtidos, o referencial teórico apresenta, em linhas gerais, o que tem sido discutido sobre esses temas e busca aprofundar conhecimentos a respeito de cada um deles. Tal revisão foi essencial para compor as categorias de análise utilizadas na elaboração e discussão de hipóteses e evidências de pesquisa.

Nesse sentido, a seguir, será apresentada a revisão bibliográfica sobre dois aspectos principais deste trabalho, começando pelo que tem sido escrito e pesquisado sobre o chamado

letramento científico e em seguida sobre saberes, conhecimentos, competências e habilidades didáticas docentes.

Posteriormente, são apresentados o delineamento metodológico da pesquisa (instrumentos de coleta e análise de dados e características dos participantes da pesquisa) e, finalmente, os resultados e discussões das análises efetuadas com os dados coletados.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como este trabalho se propõe a analisar possíveis relações entre habilidades docentes e letramento científico, será exposto um pouco do que tem sido discutido sobre esses temas, com o objetivo de aprofundar conhecimentos concernentes, averiguar diferentes abordagens teórico-metodológicas relacionadas e examinar possíveis categorias de análise que possam ser úteis para compor e discutir hipóteses e evidências de pesquisa.

Nesse sentido, a seguir será apresentada uma revisão bibliográfica sobre os dois aspectos principais deste trabalho, começando pelo que tem sido escrito e pesquisado sobre letramento científico e, em seguida, sobre habilidades didáticas docentes.

### 2.1 Letramento ou alfabetização científica?

Neste tópico discutiremos um pouco sobre as origens e controvérsias dos termos alfabetização científica e letramento científico. Veremos que, embora, cada vez mais, tais termos venham sendo utilizados em pesquisas da área de ensino de ciências, propostas curriculares e em diferentes abordagens metodológicas de ensino, existem diversas controvérsias e disputas a respeito do seu significado. Tentaremos inicialmente explicar as origens do termo e seus diferentes significados na literatura científica de língua inglesa e em seguida expor as controvérsias terminológicas e possíveis influências teóricas e metodológicas que permeiam o pensamento de autores brasileiros que se ocupam do tema.

#### 2.1.1 Origem e tipos de *scientific literacy*

Embora, como veremos, existam diferentes traduções para o termo *scientific literacy*, a maneira de escrevê-lo em língua inglesa é apenas um. Todavia, o significado atribuído a ele varia de acordo com o contexto histórico e abordagem teórica no qual é utilizado, vejamos.

Até próximo o final do Século XIX, as chamadas ciências naturais não faziam parte do currículo das escolas de educação básica dos EUA ou do Reino Unido. Um filósofo inglês chamado Thomas Huxley talvez seja um dos primeiros a defender a inserção da educação científica no currículo escolar norte-americano, se manifestando contra aqueles que, na época consideravam que “a devoção contínua aos estudos científicos tende gerar crenças estreitas e intolerante sobre a aplicabilidade dos métodos científicos na busca da verdade de todos os tipos.” (HUXLEY, 1882).

Embora possamos encontrar outras referências em defesa da inclusão definitiva das ciências naturais nos currículos escolares dos países industrializados do século XIX - como

por exemplo, a iniciativa do chamado Comitê dos Dez e outras iniciativas do início do Século XX (HURD, 2002) - muitos historiadores costumam mencionar John Dewey (1859-1952) como a figura mais importante do início do século XX que lutou pela causa, dizendo: “A civilização contemporânea repousa tão amplamente na aplicação da ciência que ninguém pode realmente entender aquele que não entende algo dos métodos e resultados científicos...” (DEWEY, 1909, p. 291). Dewey achava que era essencial que educadores treinassem todos os alunos a desenvolver uma “atitude científica” ou “hábitos mentais”, ou seja, que pudessem desenvolver uma “mente aberta, integridade intelectual, observação sistemática e interesse em testar suas opiniões e crenças” (DEWEY, 1934, p. 3). Dewey acreditava que o público pagador de impostos poderia exigir um tipo de educação científica que beneficiasse o intelecto do indivíduo e, portanto, da sociedade mais ampla.

As ideias de Dewey inspiraram educadores, tais como Davis (1935), a defender que a valorização e cultivo das ciências nas escolas poderia fazer com que os estudantes desenvolvessem as seguintes atitudes científicas: a) disposição de mudar de opinião com base em evidências; b) busca da verdade, independentemente de assuntos pessoais, religiosos, ou preconceitos sociais; c) compreensão das relações de causa e efeito; d) hábito de basear julgamentos em fatos; e) capacidade de distinguir entre fato e teoria; f) libertação de crenças supersticiosas.

Nos anos de 1930, Dewey (1934) e Davis (1935) propuseram recomendações curriculares que visavam inculcar nos estudantes uma compreensão da natureza da investigação científica. Ambos acreditavam que uma sólida instrução científica resultaria em uma população cientificamente melhor educada. Infelizmente, na ocasião, poucas autoridades levaram a sério essas recomendações. Na época, as poucas escolas que adotaram princípios progressistas de ensino de ciências, como a *Bronx High School of Science*, mostraram excelentes resultados (TERZIAN, 2012), mas eram restritas a uma pequena parcela da população americana.

O Governo do EUA só começou a levar a sério a importância de investir fortemente na educação científica dos norte-americanos após o sucesso do lançamento do Sputnik pela União Soviética, adversária na Guerra-Fria. Foram bilhões de dólares gastos na reformulação curricular, criação de laboratórios escolares, treinamento de professores e produção e distribuição de material didático. Todavia, o objetivo principal era produzir uma grande safra de jovens engenheiros e cientistas que pudessem ajudar na corrida tecno-armamentista, deixando de lado a melhoria da educação científica para aqueles estudantes cujos interesses

acadêmicos estivessem fora dessas áreas (TREFIL, 2007). Este episódio, decisivo na história da educação norte-americana, permanece como um lembrete de que o termo *scientific literacy* pode assumir um significado muito diferente, dependendo do contexto histórico.

Na época, foram contratados diversos cientistas renomados, universidades e sociedades científicas para organizar programas de formação de professores, elaborar literatura especializada e implantar laboratórios de ciências nas escolas para que pudessem ser implementados projetos que ficaram conhecidos como “sopa alfabética”, tais como o *Physical Science Study Committee - PSSC*, *Biological Science Curriculum Study - BSCS*, *Chemical Bond Approach – CBA* e *Science Mathematics Study Group – SMSG*. Os quais, logo em seguida, foram traduzidos e exportados para diversos países do Ocidente (KRASILCHIK, 2000).

Após inúmeras críticas, diminuição dos investimentos governamentais e a divulgação de pesquisas que mostravam que a reforma curricular pós-Sputnik nos EUA não havia alcançado os resultados esperados, em 1983, a chamada Comissão Nacional de Excelência na Educação dos EUA em um relatório intitulado, *Uma nação em risco*, alertou que a educação norte-americana estava sendo “erodida por uma crescente maré da mediocridade” (NCEE, 1983). Segundo o relatório, a média obtida pelos estudantes do ensino médio na maioria dos testes padronizados havia sido menor do que na época que o Sputnik foi lançado. Os alunos americanos estavam sendo superados por seus pares em outras nações industrializadas, “ameaçando o futuro dos EUA como nação e do povo”. Em comparação com o sistema de ensino de outros países industrializados, havia muito menos requisitos curriculares de ciências e matemática para estudantes americanos. Na época, 35 dos 50 estados americanos exigiam apenas um ano de matemática e 36 exigiam apenas um ano de ciências para a conclusão do ensino médio.

Em 1989, a Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) propôs o Projeto 2061 (AAAS, 1989), um plano de políticas públicas de longo prazo para melhorar a educação científica de todos os alunos, reformando a educação em ciências (incluindo ciências sociais), matemática e tecnologia. Além de fornecer recomendações de habilidades e atitudes a serem desenvolvidas pelos estudantes – com ênfase na integração interdisciplinar e adoção do paradigma da mudança de hábitos da mente – o Projeto 2061 delineou padrões de alfabetização científica para os diferentes níveis da educação básica. Além de estimular a colaboração entre diversas sociedades científicas, universidades e instituições e outros grupos interessados em pôr em prática as reformas propostas.

Em 1996 os padrões estabelecidos pela AAAS em 1989 serviram de base para a elaboração dos Padrões Nacionais de Educação Científica (NSES, 1996), proposto pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA. Os padrões propostos pelo NSES enfatizavam a investigação científica como uma ferramenta pedagógica chave para desenvolver e fortalecer a compreensão dos alunos sobre ciência e o mundo natural.

Segundo Miller (1983), embora o termo *scientific literacy* venha sendo amplamente utilizado desde a década de 1960 em documentos oficiais e pesquisas educacionais nos EUA, é um daqueles termos frequentemente usado, mas raramente definido. Por isso, para evitar confusão, qualquer discurso sério sobre alfabetização científica deve ser enquadrado de maneira clara e precisa, uma vez que seu significado evoluiu com o tempo e, como será discutido, isso significa coisas diferentes para diferentes partes interessadas, incluindo estudiosos da educação (LAUGKSCH, 2000).

De acordo com DeBoer (2000), o termo *scientific literacy* teve uma definição imprecisa desde que foi cunhado em 1958. Segundo ele, naquele ano, três publicações fizeram referência a este termo: 1) um relatório da Fundação Rockefeller, uma publicação de Paul Hurd da Universidade de Stanford e uma carta pelo presidente da *Shell Chemical Corporation*. Segundo DeBoer (2000), todos os três documentos destacaram a importância individual e social da *scientific literacy* usando definições amplas e ambíguas.

A seguir tentaremos listar algumas categorias de significado do termo *scientific literacy* em língua inglesa, sugeridas nos trabalhos de Laugksch (2000) e Trefil (2007).

Laugksch (2000) denominou de Letramento Científico Cívico, a definição de uma espécie de construção multidimensional, proposta por Miller (1998), que envolvia três dimensões: 1) conteúdo científico básico, 2) ciência como um processo e 3) o impacto da ciência e tecnologia na sociedade. Em termos práticos, para Miller (1998) um cidadão cientificamente letrado teria todos os conhecimentos necessário para ler e compreender a seção de ciências das terças-feiras do jornal *The New York Times*, ou para compreender e acompanhar debates sobre ciência e tecnologia veiculados na mídia.

Nessa mesma linha Trefil, em um livro intitulado *Why Science?* (Trefil 2007), insiste que o letramento científico “não é sobre matemática e sobre o fazer ciência”, mas que a cidadania ativa exige apenas uma quantidade e tipo mínimos de conhecimento científico, porque a questão “real” é sempre sobre algo que não é ciência. Citando como exemplo o debate sobre o avanço da pesquisa celular, Trefil (2007) argumenta que uma vez que uma

pessoa compreende alguns fatos básicos, a verdadeira questão se resume a padrões morais e éticos. Por fim, sugere que operacionalmente o letramento científico é “a matriz de conhecimento necessária para entender o suficiente sobre o universo físico para lidar com questões que se deparam com o nosso horizonte, nas notícias ou em outros lugares” (TREFIL, 2007, p. 28).

O segundo tipo de letramento científico é o chamado letramento científico funcional. Segundo Trefil (2008), não importa quão tecnológica a economia possa se tornar, de fato, a maioria das pessoas nunca precisará fazer ciência. Todos, no entanto, terão que atuar como cidadãos e para isso precisarão ser cientificamente alfabetizados. Adultos “cientificamente letrados funcionais” seriam aqueles indivíduos que possuem as habilidades mínimas necessárias para funcionar em uma sociedade industrial contemporânea. E isso requer uma base de compreensão da ciência. Segundo Trefil (2008), os defensores desse tipo de *scientific literacy* argumentam que “não se pode pensar criticamente no vácuo”, é necessário compreender alguns princípios que explicam como o universo funciona: atomística, cosmologia, evolução etc.

Norris e Phillips (2003) são autores que propõem uma perspectiva de *scientific literacy* diferente das duas primeiras, mas bem aceita na área de educação em ciências. Segundo eles, ao estabelecer objetivos educacionais, é útil diferenciar entre sentidos fundamentais e sentidos derivados de alfabetização, embora tais sentidos estejam inextricavelmente entrelaçados. Argumentam que os conhecimentos científicos fundamentais seriam a capacidade de ler, escrever e recuperar a informação resumida, e os conhecimentos científicos derivados incluem também a capacidade de interpretar, inferir, analisar, contextualizar e criticar textos relacionados à ciência. Norris e Phillips (2003) apontam que declarações científicas abrangem uma série de intenções, exemplos, observações, evidência de apoio, generalização, hipótese, afirmação, conclusão, previsões, entre outros, que os alunos precisam praticar para saber diferenciar entre estas e assim, interpretar textos científicos com precisão. Para reforçar o argumento, Norris e Phillips (2003), citam estudos que encontraram estudantes do ensino médio e universitários que obtinham as notas mais altas em cursos de ciências e, no entanto, apresentavam um desempenho fraco quando solicitados a interpretar relatórios científicos da mídia, disponíveis em veículos de comunicação de massa ou quando solicitados a interconectar peças separadas de informação científica. Para explicar isso Norris e Phillips (2003) alegam que, mesmo depois das reformas propostas, a maioria dos professores de ciências continua enfatizando excessivamente o aprendizado de conhecimentos fundamentais

e esquecendo ou dando muito pouca atenção ao desenvolvimento de conhecimentos científicos derivados.

Outra perspectiva interessante sobre letramento científico é a visão utilitária defendida por Feinstein (2011), segundo o qual, o ensino de ciências deve se focar no “aspecto utilitário” do letramento científico, isto é, o grau no qual a educação científica realmente ajuda as pessoas a resolver problemas cotidianos significativos e tomar decisões importantes relacionadas à ciência. Ele nega a suposição de que os alunos aprendem princípios científicos gerais para então serem capazes de estendê-los e aplicá-los estrategicamente em situações específicas da vida cotidiana, e afirma que os educadores de ciências fazem reivindicações retóricas sobre a utilidade da educação científica sem fornecer evidências. Feinstein (2011) argumenta que educadores devem ajudar os alunos a se tornarem estrangeiros competentes (*competent outsiders*) com relação à ciência. Isto é, ensinando-os como reconhecer momentos nos quais informações científicas seriam úteis, permitindo localizar e integrar essas informações ao seu próprio repertório de experiências e, assim, dar uma opinião informada ou tomar uma decisão. Feinstein (2011) alega que a educação tradicional produz nativos marginais (*marginal insiders*), cujas experiências escolásticas e compreensão rudimentar da ciência muitas vezes amortecem seu interesse e confiança em lidar com informações científicas.

### 2.1.2 Introdução do termo no Brasil

Embora seja possível encontrar menções ao termo *alfabetização científica* em dissertações e teses de pós-graduação do início da década de 1980, o primeiro texto que mencionou o termo e apresentou noções explícitas sobre o assunto parece ter sido o de Krasilchik (1988). Neste artigo a autora defende que um indivíduo cientificamente alfabetizado deveria se capaz de (p.59):

- pensar por si mesmo, obedecendo à razão e não à autoridade;
- ser capaz de identificar os mecanismos de controle exercidos sobre o cidadão;
- sistematizar o conhecimento parcial fragmentário, adquirido em contatos com a família e com os amigos no mundo do trabalho;
- entender o papel e o significado da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, compreendendo o que se faz em ciência, por que se faz e como se faz.

Nesse texto a autora já alertava que a adoção de um currículo para formar cidadãos cientificamente alfabetizados implicava em abordar situações complexas com alunos que,

segundo a autora, ainda não incorporaram o conhecimento, a experiência e a maturidade para analisá-las autonomamente.

Krasilchik (1988) defendia que a mudança de perspectiva curricular conteudista era essencial, uma vez que a influência da ciência e da tecnologia está claramente presente no dia-a-dia de cada cidadão, exigindo dele, de modo premente, a análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (p. 57). Por isso os currículos escolares deveriam refletir as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Isso acabaria colocando em pauta o dilema de discutir valores sem doutrinar, uma vez que as análises da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, não pode ser desvinculada de valores, de sistemas éticos, de paradigmas, padrões que, por sua vez, têm de ser testados e colocados em prática em diferentes situações que envolvem decisões individuais, familiares, comunitárias, decisões de âmbito nacional e internacional e decisões que afetam o futuro da humanidade.

Outro texto que costuma ser citado como precursor da noção de alfabetização científica no Brasil é o texto de Chassot (2003). Nele, tal como alguns pesquisadores da área de ensino de ciências já vinham defendendo (LEMKE, 1990; WELLINGTON; OSBORNE, 2001), o autor defende que a ciência é uma linguagem e que, portanto, ser alfabetizado cientificamente seria saber ler a linguagem na qual está escrita a natureza. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica. Assim, ao entenderem a ciência, as pessoas poderiam compreender melhor as manifestações do universo. O indivíduo incapaz de uma leitura do universo seria um *analfabeto científico*. Para Chassot (2003):

(...) a ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. Compreendermos essa linguagem (da ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português) é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza.

Para o autor compreender a ciência como “uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo natural” nos ajuda a entender a nós mesmos e o ambiente que nos cerca. Também contribui para que possamos controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida.

Embora Chassot (2003) a princípio pareça adotar uma noção meramente instrumental de alfabetização científica (uma mera questão de aprendizagem de conhecimentos fundamentais), a certa altura do artigo, o autor detalha um pouco melhor sua concepção,

chamando atenção para o fato de que seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor.

Para Chassot (2003), seria necessário investigar um ensino mais impregnado com posturas mais holísticas – isto é, um ensino de ciências que contemple aspectos históricos, dimensões ambientais, posturas éticas e políticas, mergulhadas na procura de saberes populares e nas dimensões das etnociências. Com isso reitera a necessidade de considerar a alfabetização científica como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (Chassot, 2003).

A adoção dessa perspectiva mais holística, segundo Chassot (2003), traria vantagens para uma alfabetização científica mais significativa para os estudantes e, ao mesmo tempo, implicaria benefícios para o processo de formação de professores.

A discussão e pesquisas sobre a especificidade da linguagem científica na aprendizagem dos estudantes passou a ganhar importância a partir da década de 1990 em trabalhos como os de Mortimer (1998) e Norris e Phillips (2003).

Norris e Phillips (2003), por exemplo, defendem o quanto é importante que currículos e os professores de ciências valorizem atividades de leitura investigativa de textos de conteúdo científico em aulas de ciências, uma vez que, ao contrário do que muitos possam pensar, cientistas de fato dedicam muito mais tempo em atividades *minds-on* – leitura, escrita e/ou fala – do que em atividades experimentais e que “quando cientistas leem, eles estão realizando investigações.”

As particularidades da linguagem científica em relação à linguagem cotidiana (por exemplo, ausência de sujeito, estruturalidade padronizada, nominalização) e sua influência no discurso científico escolar foram discutidas por Mortimer (1998). Para esse autor, reconhecer essas particularidades implica admitir que a aprendizagem das Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Ao desconsiderar tais peculiaridades os professores reproduzem práticas escolares que dificultam ainda mais a real compreensão dos conhecimentos científicos por grande parte dos estudantes.

### 2.1.3 A controvérsia da terminologia

Enquanto em países de língua inglesa a disputa de significados do termo *scientific literacy* ocorre em torno dos diferentes sentidos que podem ser veiculados pelo mesmo termo,



em países de língua portuguesa essa controvérsia inclui a disputa de qual a melhor terminologia utilizada para traduzir o termo.

Enquanto alguns autores brasileiros preferem utilizar o termo alfabetização científica (CHASSOT, 2003; SASSERON e CARVALHO, 2011), outros preferem adotar o uso do termo letramento científico (SANTOS e MORTIMER, 2001; MAMEDE e ZIMMERMANN, 2005; SANTOS, 2007).

Wildson Santos, um dos divulgadores pioneiros da chamada abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Brasil, por exemplo, fez uma diferenciação das expressões alfabetização científica e letramento científico, dizendo que o termo alfabetização científica estaria relacionado a um processo mais elementar no ensino de Ciências (reconhecimento de alguns conceitos, memorização de fórmulas e resoluções de algoritmos) enquanto o termo letramento científico estaria associado à prática social do ensino de Ciências (SANTOS, 2007, p. 479).

Em um artigo anterior, escrito em parceria com Eduardo Mortimer, Wildson Santos já havia usado a expressão letramento científico e tecnológico (LCT) para denominar a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e tecnológica, mas “cultiva e exerce práticas sociais que usam tal linguagem” (SANTOS; MORTIMER, 2001), defendendo, na época, que o desenvolvimento de tal aptidão deveria ser o principal objetivo dos currículos CTS.

Mamede e Zimmerman (2005) são autoras que pregam a diferenciação entre os conceitos de AC/LC, alegando que, na realidade, os processos da alfabetização e do letramento se referem a elementos distintos. Segundo as referidas autoras, a alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento se refere às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla.

Para Mamede e Zimmermann (2005) o termo letramento científico é mais adequado quando tratamos de conhecimentos e habilidades típicas das disciplinas científicas como Física, Química, Biologia e Matemática, uma vez que:

[...] no caso específico do ensino de ciências, a utilização deste termo traz potencialidades para a discussão dos objetivos e das práticas efetivas de ensino de ciências, mas, como toda metáfora, devemos manter uma certa cautela quanto à sua utilização. Na verdade, nas pesquisas sobre ensino de ciências, tem-se utilizado indiscriminadamente os termos alfabetização

científica e letramento científico (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2003; Santos, Gauche, Mol, Silva e Baptista, 2003), ambos referindo-se à importância de preparar o indivíduo para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial, dentro de uma perspectiva crítica da ciência e da tecnologia (MAMEDE e ZIMMERMANN, 2005, p. 2).

Atualmente é possível encontrar pesquisas de revisão que analisam eventuais semelhanças e diferenças em produções acadêmicas que utilizam um ou outro termo. Vejamos algumas.

Um levantamento em artigos publicados em revistas conceituadas da área de ensino de ciências, até o ano de 2013, feito por Suisso e Galieta (2015), mostrou que, embora muitos autores façam uso de ambos os termos (sendo que o termo AC usado com maior frequência nos textos analisados), apenas três artigos aprofundam definições do que realmente querem dizer com respectivos termos adotados. A maioria dos artigos analisados estabelecem vínculos superficiais considerando a associação entre a aprendizagem de Ciências e de leitura/escrita na língua materna, e não a questão da especificidade da aprendizagem da leitura/escrita nas Ciências. Ou seja, segundo Suisso e Galieta (2015), a adoção do uso de um termo ou de outro parece ocorrer por simples questões estéticas ou adesão despreocupada à terminologia utilizadas pelos referenciais teóricos adotados pelos autores dos artigos analisados.

Para Suisso e Galieta (2015) o pressuposto de que a habilidade de ler/escrever quando o conteúdo é científico difere da habilidade de ler/escrever outros temas, seria o único princípio implícito comum a maioria dos artigos analisados. Tais habilidades, segundo as autoras, estariam relacionadas à produção de determinados gêneros textuais que são privilegiados no âmbito do ensino das ciências, tais como: roteiros e relatórios de atividades prático-experimentais e artigos científicos.

Em outra análise de trabalhos sobre AC/LC, Cunha (2018) mostra uma tendência significativa de maior inserção em bibliografia dos estudos da linguagem entre os pesquisadores do ensino de ciências que tratam da noção de letramento, além de também ser maior, entre esses autores, a inserção de bibliografia em língua inglesa que trata de *scientific literacy* ou de temas correlatos. Segundo Cunha (2018), tanto os artigos que tratam de alfabetização quanto os que tratam de letramento são influenciados pelas contribuições da sociologia da ciência, particularmente no que diz respeito à abordagem das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).

Assim como Cunha (2018), Suisso e Galieta (2015) também perceberam que a comunidade acadêmica da área de ensino de ciências vem se utilizando de diferentes perspectivas oriundas de outras áreas de conhecimento – como a Linguística, a Sociologia e a Psicologia – para delinear o conceito de AC/LC de modo que estes conceitos sejam (re)pensados e (re)contextualizados no EC de acordo com um olhar multidisciplinar (SUISSO e GALIETA, 2015, p. 997)

Tendo em vista a importância de tais influências cabe expor um pouco a respeito do referencial sociolinguístico que, de certa forma, embasa a noção de letramento científico defendida por autores como Mamede e Zimmermann (2005); Santos (2007), entre outros.

#### 2.1.4 A perspectiva sociolinguística da Alfabetização e Letramento

Desde a década de 1980 a discussão alfabetização de leitura e escrita vem acompanhada da discussão do conceito de letramento. Como veremos a seguir, do ponto de vista sociolinguístico, o cerne da discussão se dá em torno da ideia de que é possível identificar e analisar separadamente os dois processos. A princípio, o ingresso no universo da leitura/escrita se dá concomitantemente por meio desses dois processos: a alfabetização – pelo desenvolvimento de habilidades da leitura e escrita – e por meio das práticas sociais que envolvem a língua escrita - o letramento.

Estudos de linguistas tais como Stubbs (1980), Heath (1983) e Street (1984) forneceram evidências para apoiar a ideia de que letrar significa inserir a criança no mundo letrado, trabalhando com os distintos usos de escrita na sociedade. Essa inclusão começa muito antes da alfabetização, quando a criança começa a interagir socialmente com as práticas de letramento no seu mundo social. Para esses linguistas o letramento é resultado de uma apropriação cultural mais ampla, não apenas escolar. Ou seja, crianças chegam com diferentes tipos e graus de letramento, adquiridos ou não no convívio familiar. Ou seja, o termo letramento é um neologismo, derivado da percepção de linguistas sobre a importância de investigar fenômenos subjacentes ao processo de alfabetização linguística, até então não levados em consideração. Inaugurando um grande campo de estudos sociolinguísticos.

O termo e o conceito de letramento surgiram em países mais desenvolvidos, nos quais o analfabetismo já não estava mais tão presente, possibilitando e estimulando o estudo de peculiaridades culturais de práticas sociais de leitura e de escrita, sintetizadas no conceito de letramento.

Kato (1986), Tfouni (1988, 1995) e Kleiman (1995) parecem ter sido as primeiras linguistas brasileiras que passaram a defender a utilidade da diferenciação entre letramento e alfabetização e desenvolver pesquisas sobre isso.

Kato (1986), foi uma das primeiras psicolinguistas brasileiras a utilizar o termo letramento. Na época, argumentou que a linguística moderna surgiu com o objetivo de mostrar a importância de estudar a linguagem oral e para se opor à gramática tradicional. Embora não tenha se aprofundado na diferenciação entre os processos de alfabetização e letramento, ao longo do seu livro (Kato, 1986) explorou a evolução histórica dos registros de histórias e leis (hieróglifos, ideogramas) e as teorias psicolinguísticas da aquisição da leitura para defender, tanto do ponto de vista da evolução das civilizações quanto do ponto de vista do desenvolvimento infantil, que a língua culta é consequência do que ela denominou de letramento. A diferenciação mais detalhada entre letramento e alfabetização seria posteriormente desenvolvida nos estudos de Tfouni (1988, 1994, 1995).

Kleiman (1995), por exemplo, argumentou que o termo letramento começou a ser usado como tentativa de separar “[...] estudos sobre o impacto social da escrita dos estudos de alfabetização propriamente dita”. Segundo a autora, além das diferenças da natureza dos processos, a separação era necessária para marcar diferenças teóricas entre abordagens de tendências mais sociocultural das abordagens psicolinguísticas mais centradas em processos psicológicos individuais, até então dominantes na área (p.15).

Nessa mesma linha teórica, mais discursiva e sociocultural, e sob orientação de Ângela Kleiman, Tfouni (1988) desenvolveu estudos linguísticos no contexto brasileiro que acabaram se tornando referências no assunto. Ao comentar a respeito desses primeiros estudos, Tfouni lembrou que:

[...] a necessidade de se começar a falar em letramento surgiu, creio eu, da tomada de consciência que se deu, principalmente entre os linguistas, de que havia alguma coisa além da alfabetização, que era mais ampla e determinante desta (1995, p.30).

Para Tfouni (1995), na época, era essencial se contrapor as abordagens psicolinguísticas vigentes que, segundo ela, tratavam o letramento como sinônimo de alfabetização ou de aquisição da leitura e da escrita, focando atenção apenas às “práticas”, “habilidades” e “conhecimentos” relacionados estritamente a codificação e decodificação de textos escritos. E, com isso, desconsideravam o discurso da oralidade.

Para Tfouni (1988, 1995), o equívoco de considerar que o letramento manteria uma relação necessária com escolarização e ensino formal, implica na adesão à ideia de que as

práticas letradas seriam sempre práticas de leitura/escrita de textos. Além disso, tal visão reducionista implicaria dizer que pessoas “letradas” seriam somente aquelas que dominam a leitura e escrita padrão, ou seja, pessoas alfabetizadas e escolarizadas. Essas concepções são também criticadas por se posicionarem favoravelmente à teoria da grande divisa, que, segundo Tfouni (1995), parte do pressuposto de que haveria características marcadas para as modalidades orais e modalidades escritas de comunicação.

A chamada concepção discursiva do letramento, defendida por Tfouni (1988), passou a estudar o letramento focando suas análises, principalmente na (im)possibilidade do sujeito colocar-se como autor dos discursos que produz. A autoria do discurso, tal como pensada por Tfouni, não se refere apenas ao discurso escrito, mas também ao discurso oral. Assim:

[...] deve-se aceitar que tanto pode haver características orais no discurso escrito, quanto traços de escrita no discurso oral. Essa interpenetração entre as duas modalidades inclui, portanto, entre os letrados, também os não alfabetizados, e aquelas pessoas que são alfabetizadas, mas têm um baixo grau de escolaridade (Tfouni, 1995, p. 42).

Considerar que o sujeito pode colocar-se como autor também no discurso oral amplia enormemente o entendimento do fenômeno, permitindo-nos incluir na questão o discurso oral de sujeitos não-alfabetizados, crianças ou adultos, que vivem em sociedades letradas.

Os estudos de Tfouni da década de 1980 evidenciaram que alguns adultos não alfabetizados demonstravam várias habilidades para estruturar e criar narrativas orais com todos os elementos essenciais desse gênero textual: personagens, lugar, enredo, temporalidade, conflito, resolução e coda. Estudos posteriores mostraram que o princípio de autoria também estava presente em discursos orais de crianças que ainda não sabiam ler e escrever (ASSOLINI, 2010).

Dentro dessa concepção, o foco de interesse dá um giro: a questão não se resume mais ao domínio de técnicas, habilidades, nem capacidades de uso da leitura e escrita; ela se torna muito mais ampla, pois nos lança o desafio de descrever o letramento dentro de uma concepção de práticas sociais que se interpenetram e se influenciam, sejam essas práticas orais ou escritas, circulem elas dentro ou fora da escola. É preciso considerar, ainda, o papel da memória (histórica e particular), além da história da constituição dos sentidos na escrita e na oralidade.

No discurso oral produzido por sujeitos pouco escolarizados e de classe baixa, o saber não aparece na forma de definições, explicações e metalinguagem, como se mostra na escrita. A descrição de estereótipos, ou a busca de “receitas” prontas quanto a um método “certo” de

ensinar a ler e escrever, afeta a identidade do sujeito. O discurso escolar, influenciado pela escrita, faz uso da metalinguagem (como é o caso das definições e equivalências) e constitui-se em um tipo de discurso que exige que o sujeito se coloque numa posição na qual suas experiências e conhecimento factual podem ser dispensados e negados. O esforço que os alunos de classe baixa fazem para conseguir acompanhar a língua falada na escola, e ainda por cima, para aprender a representá-la por escrito, frequentemente passa despercebido dos agentes educacionais, os quais, aprisionados às normas do bem falar e do bem escrever, muitas vezes ficam insensíveis à riqueza e à criatividade de algumas escritas.

Como alternativa à dicotomia alfabetizado-analfabeto e letrado-iletrado, Tfouni (1994) propôs um *continuum* de diferentes formas de letramento e alfabetização. Segundo a autora, poucos adultos, mesmo que não tenham frequentado a escola não ocupam a extremidade inicial (totalmente iletrado), uma vez que, mesmo não frequentando a escola, sofrem a influência de um sistema social de escrita e, em função disso, alcançam algum nível de letramento, mesmo não tendo sido devidamente alfabetizados. Para a autora, o nível de letramento depende, dentre outros fatores, por exemplo, das demandas cognitivas e de reviravoltas na economia escriturística pelas quais passa uma sociedade quando se torna letrada, das exigências advindas das práticas sociais letradas, dos eventos de letramento aos quais o sujeito tem acesso.

Nesse sentido, o letramento, é entendido como um processo mais amplo do que a alfabetização, que a contém e a determina. Tal conceito está relacionado com a existência e a influência de um sistema de escrita, socialmente vigente em uma sociedade letrada. Ou seja, para Tfouni (1988, 1994, 1995), a escrita é um produto social que surge em decorrência de mudanças nas relações de produção e do aparecimento de novas necessidades de mediações entre o homem e o meio ambiente.

De acordo com Tfouni (1995) tanto a alfabetização quanto o letramento são resultados da aquisição do processo de leitura e escrita. Mas, o que os diferencia é que a alfabetização é um processo individual, ou seja, quando o indivíduo adquire a habilidade ou o domínio sobre as práticas de linguagem. Já o letramento, podemos dizer que é um processo social, ou seja, está relacionado com os aspectos sócio históricos da aquisição da escrita.

Alfabetizar sem considerar o letramento, segundo Tfouni (1994), reduz o processo de leitura e escrita a um mero ato automático de codificação/decodificação de sinais gráficos, e esse “aprendizado” não produz resultados nem faz diferença no cotidiano dos sujeitos, visto que não os torna letrados.

Considerar o grau de letramento e usar essa informação para alfabetizar os indivíduos, mais do que executar um processo robótico de decifração/codificação de sons, aumenta as chances de que eles gradativa e efetivamente pratiquem o diálogo imaginário com um “outro”, que a leitura e escrita permitem, e ao qual dão acesso. Uma vez que ver-se outro é condição fundamental para que o sujeito aceda à intersubjetividade e alcance a autonomia.

Em uma perspectiva sociolinguística, muito mais que alfabetizar, letrar significa dar acesso às práticas sociais onde a escrita é usada, direta ou indiretamente, como veículo de materialização. Letrar quer dizer mostrar que todos, ricos ou pobres, de qualquer idade, têm direito ao conhecimento acumulado pela cultura humana, depositado em bibliotecas, *drivers*, na cultura oral, na gíria, na música, dentro ou fora da escola. Letrar é respeitar a diferença nos usos da língua, mas também possibilitar que todos dominem a língua de prestígio, ao falar ou ao escrever.

Na mesma linha de Tfouni, mas recentemente, Soares (2010) vem defendendo que “letramento” pressupõe um processo contínuo envolvendo diferentes níveis de complexidade no uso da escrita. Tal autora defende que “as habilidades de escrita, tal como as de leitura, devem ser aplicadas diferenciadamente à produção de uma variedade de materiais escritos: da simples assinatura do nome ou elaboração de uma lista de compras até a redação de um ensaio ou de uma tese de doutorado” (p. 70).

(...) as competências que constituem o letramento são distribuídas de maneira contínua, cada ponto ao longo desse contínuo indicando diversos tipos e níveis de habilidades, capacidades e conhecimentos, que podem ser aplicados a diferentes tipos de material escrito. Em outras palavras, o letramento é uma variável contínua, e não discreta ou dicotômica. Portanto, é difícil especificar, de uma maneira não arbitrária, uma linha divisória que separaria o indivíduo letrado do indivíduo iletrado. (SOARES, 2010, p. 70-71).

As ideias de Tfouni (1988, 1995) e Soares (2010), gradativamente, ganharam destaque no campo educacional, a ponto de aparecer em documentos nacionais de orientação curricular, bem como em cursos de formação de alfabetizadores e nas políticas de alfabetização na idade certa (BRASIL, 2012). Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, por exemplo, mencionam que:

Letramento, aqui, é entendido como produto da participação em práticas sociais que usam a escrita como sistema simbólico e tecnologia. São práticas discursivas que precisam da escrita para torná-las significativas, ainda que às vezes não envolvam as atividades específicas de ler ou escrever. Dessa concepção decorre o entendimento de que, nas sociedades urbanas modernas, não existe grau zero de letramento, pois nelas é impossível não

participar, de alguma forma, de algumas dessas práticas. (BRASIL, 1997, p. 21)

A principal sugestão é que se deve alfabetizar letrando, orientando a criança ao domínio da tecnologia da escrita e ao exercício das práticas sociais de leitura e escrita, pois uma criança letrada tem o hábito e até mesmo o prazer de leitura e escrita de diversos gêneros textuais.

Vejam os um pouco mais detalhadamente algumas razões que parecem ter tornado as recomendações de alfabetizar letrando o principal fundamento de abordagens curriculares e sugestões metodológicas contemporâneas de alfabetização escolar.

A perspectiva do letramento como produto e processo social, defende que a leitura e a escrita permitem não apenas a participação na sociedade, mas o questionamento de suas bases e consequente transformação. Além disso, Soares (2010) chama atenção que, tanto na sua versão liberal quanto na sua versão revolucionária, a relação proposta entre práticas de leitura e escrita e práticas sociais e estrutura social leva a uma relatividade do conceito de letramento que impossibilita uma definição única, que independa do contexto sócio-histórico-político.

A relativização implica também em dificuldade de definir padrões únicos de letramento, uma vez que, segundo Soares (2004) pessoas que ocupam diferentes lugares sociais, exercendo diferentes profissões e vivendo diferentes estilos de vida, enfrentam demandas funcionais de leitura e escrita muito diferentes. Daí, que parâmetros deveriam ser escolhidos para selecionar essas habilidades e conhecimentos? Segundo Soares (2004), isso acontece também quando se adota uma perspectiva de educação libertadora, uma vez que grupos que adotam diferentes ideologias e que, conseqüentemente, têm diferentes objetivos políticos, constroem diferentes práticas de leitura e escrita, cada uma delas constituindo-se em resposta a valores e ideais específicos”. Subestimar a existência dessas variações acabou implicando em problemas de alfabetização de crianças e consequente altos índices de repetência e evasão escolar.

As práticas sociais influenciam todos os indivíduos de uma sociedade (de maneira desigual). Como Tfouni (1994) explica, existe um conhecimento sobre a escrita que as pessoas dominam mesmo sem saber ler e escrever, que é adquirido desde que estas estejam inseridas em uma sociedade letrada. Portanto, pessoas que vivem em sociedades letradas, e que não sabem ler e escrever, são consideradas não-alfabetizadas, mas não iletradas, pois possuem um saber sobre a escrita: o letramento.

Ao desconsiderar as formações discursivas nas quais os educandos estão inseridos, a maioria dos professores acaba acreditando que eles são ignorantes, analfabetos e iletrados



(porque não leem ou escrevem corretamente), excluem e marginalizam aqueles que pertencem às camadas mais pobres da população aplicando-lhes rótulos típicos de ideologias políticas conservadoras.

A partir do momento em que se considera o letramento como processo sócio-histórico, que se insere no *continuum* proposto por Tfouni (1994), já não se pode mais usar o termo analfabeto, ágrafo ou iletrado para as pessoas que não sabem ler e escrever. O rótulo mais adequado, segundo a autora, passa a ser “não-alfabetizado”, e esta mudança de nomeação tem uma série de consequências, inclusive ideológicas, visto que se torna impossível reduzir à categoria de iletrados os educandos não-alfabetizados.

Para Soares (2010), estar somente alfabetizado não basta. É preciso saber ler o mundo, compreender e interpretar essa leitura. Nesse sentido, letramento pode ser definido como um processo de inserção e participação na cultura escrita. Trata-se de um processo que tem início quando a criança começa a conviver com as diferentes manifestações da escrita na sociedade (placas, rótulos, embalagens comerciais, revistas etc.) e se prolonga por toda a vida, com a crescente possibilidade de participação nas práticas sociais que envolvem a língua escrita.

Por isso, na escola devemos ensinar com leituras significativas, para cumprir a relação entre escrever para ser lido, e ler para escrever melhor, usando as funções práticas da linguagem em nossa sociedade. A educação precisa ter uma finalidade concreta para que motive o desejo de aprender, ao cumprir seu propósito na comunicação abrindo possibilidades e ampliando conhecimentos.

Letramento tem como objetivo investigar não somente quem é alfabetizado, mas também quem não é alfabetizado, e, nesse sentido, desliga-se de verificar o individual e centraliza-se no social. Na perspectiva do letramento, a escola é entendida como uma agência social importante para a socialização dos gêneros do discurso secundários associados às linguagens sociais em que se fundam, mas não como única e exclusiva.

Obviamente para adotar de forma adequada essa perspectiva educativa, o professor precisa, em primeiro lugar, ser ele mesmo letrado na disciplina para qual ministra aulas: precisa dominar a produção escrita de sua área, as ferramentas de busca de informação e ser um bom leitor e um bom produtor de textos informativos de sua especialidade. Mas é preciso, para completar uma formação que o torne capaz de letrar seus alunos, que conheça o processo de letramento (Soares, 2010, p.20).

### 2.1.5 A influência da sociolinguística no conceito de alfabetização/letramento científica/o

Ao tomarmos consciência das possíveis variações do significado do conceito de *scientific literacy* e das possíveis influências da sociolinguística no debate e escolhas teórico-metodológicas, podemos analisar eventuais influências perceptíveis em pesquisas da área de educação em ciências.

Como vimos, a perspectiva sociolinguística explora as diferenças entre texto oral e escrito. De forma geral estas diferenças, cuja especificidade e relevância são mais próprias do estudo da língua, e, até recentemente, não haviam sido problematizadas pela comunidade de educadores em ciências. Supomos que, a margem da recente ênfase nas habilidades argumentativas em situações de debate e discussão oral, a tradicional valorização da forma escrita sobre a oral tem caracterizado, no espaço escolar, o ideal do que se considera como parâmetros para a alfabetização científica. Não obstante, considerar diferenças entre produções orais e escritas parece relevante no sentido de criar estratégias para o desenvolvimento de habilidades específicas tais como debater, expressar dúvidas, formular perguntas ou expressar posicionamentos, necessárias para a participação em situações discursivas, que envolvem atividades orais e escritas, nas quais a compreensão e a expressão de ideias científicas são essenciais.

Aplicar as ideias da sociolinguística à aprendizagem de ciências, sustentando que também é pertinente assumir um *continuum: cientificamente iletrado – cientificamente letrado*, análogo ao proposto por Tfouni (1994), nos ajudaria a entender e usar ao nosso favor o fato de que muitas crianças questionam o mundo, fazem deduções e criam hipóteses antes mesmo de saber ler e escrever ou terem aulas de ciências.

Também poderia nos ajudar compreender melhor o pensamento de adultos que, mesmo não tendo estudado na escola conceitos de uma área específica (Biologia, Química e Física, por exemplo), são capazes de interpretar os conceitos, resolver problemas e tomar decisões cientificamente embasadas.

Pressupostos da sociolinguística poderiam guiar investigações para tentar esclarecer também outras questões que, em geral, deixam professores sem resposta, tal como “em que extensão as pessoas empregam conceitos científicos apresentados na escola para tomar decisões na vida cotidiana?” E também, ajudar a explicar de forma mais apropriada o fato, bem observado por Mortimer (2002, p. 28), de que muitas pessoas vivem perfeitamente bem nas sociedades urbanas sem nunca ter tido acesso a uma cultura científica.

Como vimos anteriormente, os pressupostos da perspectiva sociolinguística já estão presentes explicitamente em trabalhos de autores da área de educação em ciências, como os de Mamede e Zimmerman (2005) e Santos (2007). Também é possível deduzir que a ideia de *continuum* cientificamente iletrado – cientificamente letrado subjaz as colocações de Lorenzetti e Delizoicov (2001) de que é possível de alguma forma promover alfabetização científica em crianças dos anos iniciais, antes, ou pelo menos ao mesmo tempo, que a alfabetização linguística. Uma vez que é relativamente fácil observar crianças questionando o mundo, fazendo deduções e criando hipóteses antes mesmo de saber ler e escrever.

Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001), isso poderia ser feito mediante um processo educacional que fosse capaz de estimular, conectar e/ou aprimorar habilidades inferenciais (formulação de perguntas e hipóteses, deduções, induções, abduções etc.), enquanto se daria oportunidades para o letramento linguístico dessas crianças. As sugestões metodológicas do chamado projeto *Mão na massa* (SCHIEL, 2005), embora não cite os trabalhos de Lorenzetti e Delizoicov (2001) ou qualquer outro relacionado à perspectiva sociolinguística, claramente seguem essa linha, enfatizando a necessidade dos alunos fazerem registros escritos ou desenhados sobre como vivenciaram e aprenderam em aulas *hands-on*<sup>1</sup>.

Evidentemente, assumir os pressupostos da perspectiva sociolinguística nos obriga também a buscar respostas para o fato de que o desenvolvimento do letramento científico exige um certo grau de letramento linguístico, principalmente para tornar possível a leitura de informações e padrões de raciocínio científico. Ou seja, embora possa ocorrer letramento linguístico sem letramento científico o contrário parece improvável (FEINSTEIN, 2011).

Uma pessoa linguisticamente letrada pode ter sérios problemas de entender gráficos ou fazer inferências cientificamente aceitáveis para pessoas cientificamente letradas. Diferentemente da criação de narrativas discursivas do tipo lendas ou contos de fadas, é difícil imaginar um sujeito que não domina a leitura e escrita buscar por si mesmo informações confiáveis, sistematizar e analisar, registrar e compartilhar com outras pessoas suas conclusões.

Essas e outras controvérsias teóricas a respeito da natureza da alfabetização/letramento científico também são um reflexo do debate, em âmbito internacional, da distinção entre

---

<sup>1</sup> Neste caso o termo *hands-on* se refere à atividades didáticas de cunho investigativo que envolvem os estudantes em tarefas eminentemente práticas, tais como: experimentação direta; construção de protótipos e/ou aparatos; observação sistemática de fenômenos, espécimes e/ou ambientes (SCHIEL, 2005, p. 8).

alfabetização científica (para cidadania) e alfabetização científica (para ciência profissional), apontada por Roberts (2007).

No caso do ensino de ciências, embora não haja consenso sobre o que efetivamente pode ser chamado de alfabetização/letramento científica/o, de fato não há nenhum autor que utilize esse termo no sentido de pura aquisição de conceitos, como alguns críticos do uso do termo alfabetização científica, tal como Mamede e Zimmerman (2005), dão a entender. Como vimos, pioneiros do uso do termo alfabetização científica, como Chassot (2003) e Krasilchik (1988), também exaltam o caráter social envolvido nesse aprendizado. Por exemplo, embora no artigo de Chassot (2003) apareça o termo “analfabeto científico”, em suas palestras posteriores ele admite o equívoco de ter usado essa expressão, reconhecendo o valor ideológico e preconceitos que tal expressão acaba veiculando.

Embora possamos ter uma noção um tanto quanto imprecisa a respeito do que seria a/o alfabetização/letramento científica/o, reconhecido o histórico do conceito e as controvérsias ainda vigentes, podemos notar o porquê não é fácil chegar a um consenso. As diferentes ênfases teóricas possíveis e o próprio devir histórico e cultural de cada sociedade dificultam o acordo definitivo a respeito do que a expressão realmente significa. No final, usar um termo ou outro e qualquer uma de suas variações teóricas-ideológicas se reduz uma questão de escolha. Todavia, obviamente essas escolhas não podem ser por questões puramente estéticas, mas sim baseadas em escolhas teóricas e metodológicas de cada pesquisador, as quais sempre devem ser devidamente explicitadas para que possam ser esmiuçadas pela comunidade científica. O que mais importa para a validade de uma empreitada científica é a coerência lógica de premissas teóricas e a qualidade das evidências que as corroboram, não o nome que associaram a ela.

### 2.1.6 A importância da alfabetização/letramento científica/o

Promover a *scientific literacy* se tornou uma das principais metas do sistema educacional de países como os EUA (NSES, 1996), Canadá (CME, 1997), Inglaterra (UK, 2015) e Austrália (EC, 2015) onde a prioridade, prescrita nas respectivas diretrizes curriculares para educação científica, é educar seus cidadãos para uma cidadania participativa, baseada no entendimento público da ciência.

Dadas as mudanças cada vez mais rápidas trazidas pelos avanços na ciência, na tecnologia e biotecnologia, Miller (2004) afirmava, há quase 20 anos, que havia uma crescente demanda por alfabetização científica na força de trabalho, economia global e

políticas públicas em todos os níveis governamentais. Na época, advertia que a comunidade científica deveria encontrar um “pequeno consolo” no fato de que os cursos superiores compensem a educação científica inadequada nos níveis fundamental e médio, e lamentava “que nenhuma grande nação industrial no mundo tinha um número suficiente de cientistas adultos.” (MILLER, 2004).

Miller (1983, 2004) é um dos vários especialistas que fornece relevantes argumentos sobre a importância da alfabetização científica. Alguns padrões da NSES norte-americana foram baseados nas ideias dele (NSES, 1996). A ideia principal é que todos os estudantes merecem a oportunidade de se tornarem cientificamente alfabetizados. Em poucas palavras, o NSES afirma que dada a influência da ciência e a tecnologia no nosso mundo, os alunos precisam de um certo nível de compreensão da ciência para fazer boas escolhas pessoais, engajar-se em debate racional sobre questões-chave, desenvolver competências essenciais no local de trabalho (por exemplo, raciocínio, pensamento criativo, resolução de problemas, entre outros), competir no mercado global e desfrutar as belezas do mundo natural (NSES 1996).

Além disso, muitos cientistas caracterizam como vital a necessidade que os estudantes e o público possam distinguir entre alegações científicas e pseudocientíficas (SAGAN, 2006; TREFIL, 2007). Uma série de perguntas nos Indicadores de Ciência e Engenharia norte-americano focam nesta capacidade. Por exemplo, em 2008, 78% de uma amostra de estudantes egressos do ensino médio e 60% de egressos do ensino superior declararam que a “astrologia não é de todo científica” (LEHMING et al, 2010).

Por outro lado, Laugksch (2000) defende que razões mais elevadas do que a simples capacidade de distinguir ciência de pseudociência tenderiam aumentar o apoio à ciência e aos cientistas, fornecendo ao público uma expectativa de ciência mais realista para suas capacidades. Isso também poderia suavizar a visão que as pessoas têm da ciência como “o epítome da especialização e da tecnologia” que, em geral, tende a suscitar uma resposta de adulação e medo (LAUGKSCH, 2000).

Além disso, um letramento científico deficiente, aliado a escolhas políticas e a ideológicas conservadoras podem influenciar significativamente em atitudes e pontos de vista do público, e, portanto, ter grandes impactos numa democracia. Por exemplo, nos EUA, a ala conservadora do Partido Republicano politizou o conceito de evolução, a ponto de defender a inclusão do criacionismo e do chamado *design* inteligente como teorias alternativas à teoria da evolução de Darwin. Uma sondagem feita em 2019 detectou que 40% dos norte-americanos acreditam piamente no criacionismo e essa média se mantém estável desde 1983 (BRENAN,

2019). No Brasil a situação de crescimento de movimentos religiosos que pressionam que o criacionismo seja incluído em currículos escolares também já é significativa e preocupante (SILVA, 2020).

### 2.1.7 O que pode ser feito em prol da alfabetização/letramento científico?

Yager (1996), um importante defensor da chamada abordagem CTS no ensino de ciências, afirma que o foco no conteúdo e processo, como é tradicionalmente feito em aulas de ciências, proporciona uma preparação inadequada para os estudantes lidarem com a ciência do futuro e questões tecnológicas. Yager (1996) defende que a reforma educacional iniciada na década de 1980 é equivocada, por supor que alunos que aprendem vocabulário, princípios e fundamentos científicos, “naturalmente” serão capazes de aplicá-los e compreender o seu impacto na sociedade. Para ele, o uso de princípios do ensino CTS, daria melhores oportunidades para que os alunos ligassem a aprendizagem científica a suas experiências e conhecimentos anteriores; considerando os valores pessoais e éticos; engajarem-se em experiências educacionais que explicitamente ilustram como a ciência, a tecnologia e a sociedade se influenciam mutuamente.

Feinstein (2011) também defende que “tornar a ciência relevante” requer uma reconceitualização tanto das estratégias de ensino quanto de avaliação, para permitir aos estudantes analisarem cientificamente suas próprias questões pessoais relevantes. Dessa forma, haveria um genuíno engajamento e interesse do estudante em aprender. Nesse caso, ao professor caberia o papel de facilitador e guia, enquanto os alunos seriam totalmente responsáveis por identificar uma questão ou problema, obter as informações necessárias para tratar disso, construir o seu próprio conhecimento a respeito e aplicá-lo.

Trefil (2007) propõe mudanças transformativas no ensino geral através de currículos radicais para disciplinas não científicas. Por exemplo, ele questiona as típicas oito horas semanais de ciência para alunos da educação básica nos EUA, dizendo que isso acaba concentrando atenção do conteúdo em um par de disciplinas científicas, com exclusão de outras. Em vez disso, ele sugere um ensino amplo sobre aplicação de princípios básicos que estão na base dos problemas complexos e interdisciplinares de hoje. Trefil (2007) também rejeita a noção de que os estudantes devem “fazer” ciência, por exemplo, nas aulas de laboratório, para poder apreciá-la. Analogamente, Trefil (2007), diz que não é necessário aprender a tocar um instrumento musical nem pintar um quadro para apreciar um concerto ou uma pintura. Critica duramente o ensino do suposto “método científico”, dizendo que é

apenas uma parte do processo científico e que o seu ensino não faz diferença para a vida futura dos nascidos ricos.

Para debater e chegar a uma decisão informada também é importante desenvolver a capacidade de julgar a perícia e credibilidade dos cientistas envolvidos. Zimmerman et al. (2001) mostraram que, quando solicitados a avaliar a credibilidade de notícias científicas na imprensa popular, estudantes universitários geralmente falharam em julgar adequadamente a perícia dos supostos cientistas. Sobre isso Trefil (2007) argumenta que os não-peritos são tipicamente mal equipados para avaliar evidências científicas associadas a uma determinada alegação. Por isso saber avaliar a credibilidade científica dos especialistas é essencial.

Mas como ensinar a julgar a perícia de supostos cientistas? Norris (1995) recomenda a elaboração de um exercício de credibilidade científica que se concentra em um “problema do mundo real”, de impacto atual na vida dos alunos. Ele acredita que os alunos devem ser ensinados a manter uma dose saudável de ceticismo em relação às afirmações científicas e certa prática para aplicar critérios de julgamento de credibilidade dos peritos, eventuais consensos sobre o assunto, reputação dos pesquisadores na comunidade científica e resultados que foram publicados sobre o problema em questão. Ainda é possível incluir outros critérios, como: fontes de financiamento, relações com agendas políticas ou conflitos de interesses por parte dos pesquisadores.

Parece-nos que, entre outras coisas, fomentar esse tipo de debate seja fundamental para o exercício pleno da cidadania. Esse movimento significará para os alunos dispor de conhecimentos científicos precisos para se auto afirmar, tanto pessoal, quanto profissionalmente, colaborar com a resolução de problemas e necessidades de saúde e sobrevivência, tomar consciência das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade sempre refletindo sobre estas como parte da cultura da atualidade.

Grande parte dessas capacidades e atitudes intelectuais supostamente desenvolvidas pelo uso de estratégias de ensino e pelo desenvolvimento de habilidades de letramento científico obviamente também são essenciais para atuais e futuros professores. Ora, é obvio que para alguém letrar cientificamente outra pessoa deva já ter passado com razoável sucesso por tal processo de letramento científico.

Todavia, tendo em vista que algumas pesquisas recentes, como as de Gomes e Almeida (2016) e Rubini et. al (2017), detectaram problemas de letramento científico em amostras de professores de ciências, nos parece pertinente investigar se essas deficiências de

letramento científico teriam alguma relação ou impacto nas habilidades didáticas desses professores.

## **2.2 Saberes, conhecimentos, competências e habilidades docentes**

### **2.2.1 A multiplicidade e importância dos saberes docentes**

Enumerar saberes necessários para exercer determinados papéis é uma permanente preocupação em qualquer área de atividade profissional bem desenvolvida. No campo educacional registros escritos a respeito remontam de filósofos da Grécia Antiga, que se preocupavam, desde então, com as virtudes dos homens a quem caberia ensinar os outros a apreciar e praticar a então nascente filosofia (SPINELLI, 1998). No entanto, foi somente no Século XVII d.C. que Comenius tentou sistematizar de forma mais específicas os diferentes conhecimentos que bons professores deveriam dominar (BUFREM, SCHMIDT, GARCIA, 2006).

Desde então, gradativamente, foram surgindo novos manuais de técnicas de ensino. Entre os quais, destacam-se os clássicos livros de Tyler (1950) e Mager (1962) que tiveram grande influência entre educadores e elaboradores de currículos entre as décadas de 1960 e 1980 em diversos países do Ocidente (MARCELO, 1998).

Desde a década de 1990 termos como saberes docentes, conhecimento pedagógico de conteúdo, habilidades didáticas e expressões correlatas tem figurado cada vez mais em livros e artigos de pesquisa educacional. Isso se deu em virtude do aumento no interesse de pesquisadores educacionais sobre os produtos e processos de construção do conhecimento pedagógico dos professores, uma vez que, até então, havia poucas pesquisas sobre a construção do conhecimento docente, do ponto de vista dos próprios professores (MARCELO, 1998).

Shulman (1986, 1987) foi um dos mais influentes pesquisadores a liderar grupos de pesquisa sobre saberes docentes ao propor uma alternativa atualmente muito citada para identificar e categorizar os saberes docentes em sete saberes ligados à prática (SHULMAN, 1987). Além das inspirações implícitas nas pesquisas sobre concepções alternativas da época (p.e. Clement, 1982), Shulman (1987) usou os resultados de pesquisas e as ideias pedagógicas de autores como Dewey (1904), Scheffler (1965), Green (1971), Fenstermacher (1978), Smith (1980) e Schwab (1983) para fundamentar sua proposta de categorização do que ele chamou de base de conhecimentos para o ensino (*knowledge base of teaching*).



Tardif (1993, 2002) em um trabalho conjunto com outros pesquisadores do *Groupe de Recherche Interuniversitaire sur les Savoirs et l'École* (GRISE, Canadá), também criou uma tipologia que considera a pluralidade saberes docentes em relação à sua origem.

Desde então, tipologias baseadas em diferentes aspectos (cognitivos, pedagógicos, antropológicos e sociais) e metáforas do trabalho docente têm sido propostas. Paquay e Wagner (2001), por exemplo, propuseram uma tipologia baseada em determinadas imagens prototípicas de professores: ‘o professor ilustrado’ que domina o conhecimento; ‘o técnico’ que tem sistematicamente adquirido os procedimentos técnicos; ‘o praticante artesanal’ que lida no campo com certos esquemas de ação contextualizados; ‘praticante reflexivo’ que constrói um conhecimento de experiência sistemático e comunicativo, mais ou menos teorizado; ‘o ator social’ que está engajado em projetos coletivos e está ciente das apostas antropossociais das práticas cotidianas e, ‘pessoal’ que estão em relação aos outros e em um processo de desenvolvimento pessoal.

Para que possamos compreender a origem e utilidade dessas e outras tipologias sobre saberes e conhecimentos docentes, é necessário fazer uma breve revisão e análise das diferentes tendências teóricas e conceituais que estão presentes nas diversas noções sobre o conhecimento dos professores, a fim de construir algumas referências que contribuam para melhor especificar a compreensão sobre nosso tema de estudo.

Embora o termo ‘saberes docentes’, de forma intuitiva, nos remeta a uma espécie de conjunto de conhecimentos necessários aos indivíduos que são ou pretendem ser professores, a coisa não é tão simples assim. Como veremos nesse tópico, existe uma gama de diferentes autores e correntes pedagógicas que utilizam o termo com diferentes significados. Gauthier (1998), Garcia (1999), Pimenta (2000), Borges (2001) e Tardif (2002) são alguns dos inúmeros autores cujas obras de revisão discutem os significados particulares do termo e implicações que a admissão de determinados significados desses saberes traz para o entendimento da profissão docente. Os tópicos seguintes tentarão dar uma visão sobre essa discussão e, assim, poder fundamentar e justificar de forma mais consistente as escolhas teórico-metodológicas desse trabalho.

### 2.2.2 Do psicocognitivismo ao modelo do professor como pesquisador reflexivo

O relativo sucesso e disseminação de pesquisas sobre concepções alternativas de estudantes, a partir da década de 1970 parece ter inspirado pesquisas sobre conhecimentos dos docentes (HARRES, 1999). Ora, se os conhecimentos prévios dos estudantes influenciavam

significativamente na aprendizagem de conhecimentos escolares, era de se esperar que conhecimentos prévios dos professores também devessem ser considerados antes de apresentar a eles novas ideias ou propostas de mudanças em suas práticas profissionais.

Segundo Martin (1993), as primeiras pesquisas a respeito dos conhecimentos eram baseadas em uma abordagem psicocognitiva, que procurava explicar a estruturação mental dos conhecimentos dos professores e sua aplicação no contexto escolar. Revisões como as de Clark e Yinger (1977) e Borko, Livingston e Shavelson (1990) oferecem um panorama desse tipo de pesquisa que, segundo Martin (1992), buscavam contrastar diferenças entre esquemas de ação de professores experientes e novatos, demonstrando, em geral, que, ao contrário dos novatos, os experientes possuem um repertório maior de rotinas em classe, o que lhes permite se adaptarem mais rápida e facilmente às diferentes situações exigidas pelo cotidiano escolar. Tal qual pesquisas sobre concepções alternativas dos alunos, o foco dos pesquisadores dessa linha era explicitar as diferentes estruturas mentais, as influências que cada uma delas teria nas rotinas e nas ações docentes e também saber como tais estruturas evoluem ao longo do tempo em diferentes contextos profissionais ou formativos.

As contribuições das ciências cognitivas influenciaram fortemente no desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos modelos de pensamento docente e processamento de informações, e assim, segundo Vinatier e Altet (2008), pesquisas do tipo comumente utilizavam uma distinção de três formas de saber: declarativo (saber o quê), processual (saber como) e contextual (saber quando e onde), contribuindo para isso, para identificar as diferentes dimensões que o conhecimento docente adquire.

Vinatier e Altet (2008) também comentam que modelos alternativos de pesquisa à abordagem psicocognitivista só começaram a surgir quando autores como Schön (1984) e Stenhouse (1987) teceram duras críticas a um suposto paradigma objetiva-racionalista, expresso como uma atividade técnica, e passaram a defender a adoção de um modelo existencial construtivista de análise de conhecimentos e práticas docentes, focado na relação interativa dos atores sociais. Para Stenhouse (1987) a chave para este modelo é o conhecimento dos praticantes, bem como os vínculos que eles estabelecem com a prática.

Nessa época, as ideias de Schön (1984) e Stenhouse (1987) tornaram-se as principais referências na literatura docente sobre a prática reflexiva em oposição aos supostos modelos de racionalidade técnica – que, segundo tais autores, considerava o currículo como guias objetivos que não requeriam o julgamento crítico do professor e o entendia apenas como um mero perito técnico. Alternativamente tais autores defendiam a adoção de modelo

construtivista, que colocava o professor no centro da interação dos atores sociais e com as situações específicas em que constroem sua ação, agindo muito mais como um artesão do que como um operário de fábrica.

A ideia de uma racionalidade diferente da técnica é o que permite considerar os significados e razões que os atores atribuem às suas ações, tendo em vista que esses elementos necessários de análise não são suficientes, uma vez que nem sempre é feito o que é dito ou não corresponde às condições objetivas que moldam a orientação da ação, no entanto, tal abordagem possibilita a construção de uma articulação entre o discurso objetivo das situações sociais e os discursos preparados pelos atores sociais envolvidos na ação (STENHOUSE, 1991).

Trata-se de uma lógica diferente que, segundo Stenhouse (1987), abandona a ideia de que ensinar é uma rotina mecânica de gestão, pela ideia de que a escola é um lugar onde as ideias são vivenciadas na prática de forma reflexiva e criativa. Portanto, o professor não pode ser um simples técnico que aplica rotinas aprendidas em sua formação acadêmica. Necessariamente deve se tornar pesquisador em sala de aula, um campo natural de sua prática, onde experimenta estratégias de intervenção adequadas ao contexto e à situação. Nesse sentido, professores inovadores não são guiados por um sistema de ensino que visa alcançar produtos de aprendizagem pré-estabelecidos, mas experimentam situações de ensino com maior potencial educacional.

Um pouco mais tarde, Stenhouse (1991) argumentaria que, por outro lado, esta é uma relação complexa e conflitante entre as aspirações educacionais e os resultados exigidos do professor, de modo que o professor traduz os princípios para a prática, o que torna possível sua ação e sua capacidade de criar situações educacionais. Isso porque o ensino é realizado em contextos complexos e é em si mesmo, uma prática complexa. Por tudo isso, a forma de melhorar o desempenho dos professores é partir da análise e reflexão crítica de sua prática: “uma vontade de examinar criticamente e sistematicamente a própria atividade prática” (STENHOUSE, 1991, p. 211).

Shulman (1987) reiterou a importância de superação do modelo de racionalidade técnica, dizendo que seria necessário que os professores gerassem conhecimento pedagógico que lhes permitissem entender que:

Um professor sabe algo que os outros não entendem, presumivelmente os alunos. O professor pode transformar a compreensão, as habilidades de desempenho ou as atitudes ou valores desejados em representações e ações pedagógicas. Essas são maneiras de falar, mostrar, encenar ou de outra forma representar ideias para que os que não sabem podem vir a saber,

aqueles sem compreensão podem compreender e discernir e os não qualificados podem se tornar adeptos. Assim, o ensino começa necessariamente com a compreensão do professor sobre o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado. Ele prossegue por meio de uma série de atividades durante as quais os alunos recebem instruções específicas e oportunidades de aprendizagem, embora a aprendizagem em si continue sendo responsabilidade dos alunos. O ensino termina com uma nova compreensão por parte do professor e do aluno. (SHULMAN, 1987, p. 7)

Dáí então seguiram-se inúmeras pesquisas educacionais sobre conhecimentos e saberes docentes, com variações tanto em seus referenciais teóricos quanto em seus delineamentos metodológicos. Uma preocupação comum dessas pesquisas foi oferecer uma espécie de taxonomia dos saberes/conhecimentos docentes para guiar o campo e servir de base para novas pesquisas e eventuais recomendações didáticas e curriculares, principalmente para programas de formação de professores.

A análise das diferentes terminologias taxonômicas utilizadas por pesquisadores que investigaram saberes docentes ao longo da década 1980, nos ajuda a ter uma ideia elementar da diversidade terminológica e nos auxilia a compreender as diferenças e semelhanças entre as taxonomias propostas. Após revisar tais pesquisas, Grossman (1990) tentou sintetizar as diferentes propostas em uma síntese de quatro categorias mostradas no quadro a seguir (Quadro 1).

**Quadro 1** - Taxonomias de conhecimentos docentes de diferentes autores da década de 1980

<b>Elbaz (1983)</b>	<b>Buchmann (1984)</b>	<b>Zeichner e Tabachnick (1985)</b>	<b>Shulman (1986)</b>	<b>Ben-Peretz (1988)</b>	<b>Grossman (1990)</b>
Da matéria		Acadêmico da disciplina	Do conteúdo específico	Da disciplina	Do conteúdo
Do meio didático	Sobre didática	Acadêmico dos alunos	Pedagógico geral	De conceitos e interpretação do currículo	Pedagógico geral
Do currículo	Sobre aspectos legais da Educação	Do currículo	Do currículo como tal		
		Do processo de desenvolvimento curricular	Dos fins e valores educativos		
	Sobre o planejamento		Do conteúdo educativo		
Da instrução	Pedagógico do ensino	Acadêmico dos professores	Pedagógico de conteúdo	Dos possíveis papéis docentes no currículo	Didático do conteúdo
		Da diversidade dos estudantes	Dos alunos	Dos alunos	Do contexto
De si mesmo		Do papel do professor		Do contexto da situação docente	
		Das relações professor-aluno			
		Acadêmico do contexto			

**Fonte:** adaptado de Grossman (1990)

O quadro 1 mostra que, embora houvesse algumas semelhanças aparentes, na época, já não havia consenso entre as taxonomias propostas. Segundo Grossman (1990), isso ocorria por conta das variações de referenciais teóricos de base, foco de pesquisa e métodos de coleta e análise de dados. Por exemplo, Elbaz (1983) utilizou referenciais pós-estruturalistas para analisar e propor suas categorias de análise dos discursos dos professores; Buchann (1984) fez uma categorização mais relacionado a necessidades vinculadas às reformas curriculares. Por outro lado, Zeichner y Tabachnick (1985) apresentaram sua categorização com base em um estudo longitudinal de dois anos, a fim de detectar como mecanismos de controle institucional são utilizados como um dispositivo heurístico para direcionar ações dos professores na escola. Finalmente, Shulman (1987) propôs suas categorias após ter realizado diferentes estudos sobre o pensamento docente, baseados em princípios teóricos escolanovistas de Dewey (1904) e várias pesquisas sobre formação de professores que vinham sendo desenvolvidas até então.

Shulman (1986, 1987) desempenhou grande influência na área de pesquisa educacional ao resgatar o que ele chamou de ‘paradigma perdido’, apresentando uma categorização de conhecimentos/saberes docentes que indicava novos rumos para pesquisa sobre formação de professores, estabelecendo as bases para a distinção entre categorias de conhecimento próprios para o ensino, fazendo diferenciações pertinentes entre os conhecimentos de um especialista em uma área de conhecimento e dos conhecimentos pedagógicos necessários para uma ação profissional específica.

A ideia de conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK – *Pedagogical Content Knowledge*), proposto por Shulman (1987), é uma construção acadêmica que representa uma ideia intrigante, enraizada na crença de que o ensino requer consideravelmente mais do que um transmissor de conteúdos escolares. Para Shulman (1987) o PCK é o conhecimento que os professores desenvolvem ao longo do tempo, e por meio da experiência, sobre como ensinar um conteúdo específico de maneiras específicas para facilitar a compreensão dos alunos sobre determinados assuntos.

Obviamente o PCK não é uma entidade igual para todos os professores de uma determinada área disciplinar: é uma especialidade particular, com idiossincrasias individuais e diferenças importantes que são influenciadas (pelo menos) pelo contexto de ensino, conteúdo e experiência. Pode ser o mesmo (ou semelhante) para alguns professores e diferente para outros, mas é, no entanto, uma pedra angular do conhecimento e experiência profissional dos professores.

Desde então, questões relacionadas ao que os professores pensam, que processos de raciocínio usam durante o planejamento e ensino (MARCELO, 1988), o que sabem a respeito de um ensino mais efetivo (BALL; COHEN, 1999) e, como adquirem determinados tipos de conhecimentos (MARCELO, 2001), passaram a ser foco de um número significativo de pesquisas educacionais.

Segundo Marcelo (2001), similarmente no campo de pesquisa sobre concepções alternativas de estudantes, as teorias cognitivistas, mais centradas nos processos individuais, foram gradativamente perdendo espaço para teorias socioculturais que analisam como professores aprendem a ensinar. Tais pesquisas, progressivamente, têm destacado que a formação é um processo que não ocorre isoladamente, mas em interação com um contexto específico no qual o indivíduo interage. Nessa linha são, portanto, importantes, análises conversacionais, uma vez que os grupos sociais criam “comunidades discursivas” que compartilham formas de pensar e se comunicar. Por outro lado, reconhece-se que o conhecimento tem caráter localizado e, portanto, o conhecimento pedagógico não faz sentido se não estiver vinculado ao contexto ao qual está sendo compartilhado. Finalmente, tal tipo de pesquisa também vem mostrando o quanto certos conhecimentos são distribuídos, ou seja, não residem apenas em certas pessoas, mas estão presente entre indivíduos, grupos e ambientes.

O trabalho de Shulman (1987), acabou servindo principalmente de parâmetro para muitas pesquisas na área de ensino de ciências e matemática (GESS-NEWSOME, LEDERMAN, 2001), uma vez que, além de valorizar a discussão dos chamados conhecimentos pedagógicos de conteúdo das disciplinas específicas, mostrava, com relativa clareza e coerência, que a profissionalização do ensino já não podia ser compreendida de forma fragmentada, já que teoria e prática efetivamente estão baseadas em atos de compreensão e raciocínio pedagógico intimamente inter-relacionados a reflexão e transformação das práticas de ensino.

Embora as pesquisas baseadas no modelo de professor-reflexivo-pesquisador (SCHÖN, 1984; STENHOUSE, 1987) tenham aumentado exponencialmente a partir de então, pesquisas de natureza psicocognitivas continuaram a ser desenvolvidas com alguns aperfeiçoamentos. Putnam e Borko (2000), por exemplo, seguiram definindo o conhecimento dos professores como: “um conjunto de representações cognitivas orientadas à prática, que permitem ao professor interpretar os problemas de ensino e aprendizagem que enfrenta”. Nessa definição, uma concepção cognitivista é clara, no entanto, os autores consideram a

influência de um ambiente complexo e incerto, como a escola, nos julgamentos e ações dos professores.

### 2.2.3 Críticas ao modelo do professor como pesquisador reflexivo

Além do modelo do professor como pesquisador reflexivo, mencionada no tópico anterior, outras frentes de pesquisa sobre saberes docentes foram abertas por autores mais próximos da chamada pedagogia crítica – que frequentemente se apoiam em ideias do materialismo histórico, derivadas principalmente da chamada escola de Frankfurt. Para tais autores, especificar o tipo de conhecimento docente ou o que um professor sabe fazer ou quando um professor sabe, remete a um discurso que representa uma espécie de neo-sectarismo para melhorar o controle e a avaliação que o mercado de trabalho exige sobre o trabalho docente e sua identidade, tornando-os vulneráveis ao controle de suas habilidades definidas pelo trabalho que oferece (PIMENTA e GHEDIN, 2002).

Segundo os adeptos dessa perspectiva teórica, os saberes não são apenas conhecimentos acadêmicos, nem uma elaboração discursiva ancorada em teorias ou conhecimentos apenas cognitivos, mas argumentos ou racionalidades que derivam da experiência social da implementação de um conhecimento que se constitui com base em sua competência profissional.

Autores da teoria crítica, tais como Giroux (1992), defendem que, embora uma abordagem do conhecimento baseada em uma concepção puramente racionalista-técnica não prevaleça atualmente, há alguma substituição dessa abordagem no modelo de economia de habilidades estabelecido como referência para a formação inicial e permanente dos professores, que abandona as condições ideológicas e práticas necessárias para que os professores atuem. Para Giroux (1992) novas abordagens são necessárias para ajudar a esclarecer o papel que os professores desempenham na produção e legitimação dos vários interesses políticos, econômicos e sociais, através de algumas pedagogias que eles próprios aprovem e usam. Ao considerar os professores como intelectuais, segundo Giroux (1992), pode-se destacar a importante ideia de que toda atividade humana envolve alguma forma de pensamento e, com ela, investigar as formas de produção desse pensamento pedagógico, com todas as implicações sociais e políticas que isso implica na escola.

Zeichner (1993) também tece algumas críticas típicas de autores mais próximos da teoria crítica sobre certas características da análise de saberes de professores que, segundo ele,

tem servido mais como formas de manipulação do que instâncias reais de emancipação, ofuscando a possibilidade de uma concepção crítica do saber do docente, como por exemplo:

- Refletir sobre como os professores implementam propostas, teorias e práticas de negligência construídas por si só.
- Limitar a reflexão sobre estratégias de ensino e excluir reflexões sobre os objetivos do ensino (ensino como atividade essencialmente técnica).
- Centrar na reflexão sobre a própria prática e/ou a dos alunos, desprezando considerações sobre as condições sociais do ensino que influenciam o ensino-aprendizagem (tendência individualista de fazer o trabalho docente).
- Promover a reflexão individual, desconsiderando a reflexão como uma prática social que pode ser realizada em grupos e em que os professores podem apoiar e sustentar o crescimento uns dos outros.

Para Tardif (2002) – outro autor que também pode ser considerado adepto das ideias da teoria crítica – outra dificuldade em entender o saber docente decorre das próprias abordagens que marcaram o estudo do tema nos últimos anos. Segundo ele, duas tendências opostas são observadas: redução do conhecimento aos processos mentais (representações, crenças, imagens, processamento de informações), às atividades cognitivas que o indivíduo realiza, tornando-o um ato subjetivo, representações mentais, pensamento individual ou; reduzi-lo a um sociologismo, que elimina o destaque do ator na construção dos saberes e o coloca apenas como uma produção social em si e subordinada aos contextos fora da escola, relacionados a ideologias pedagógicas, lutas profissionais e a imposição de uma cultura dominante.

Críticas de Liston e Zeichner (1993) apontam que a metáfora de um professor atencioso (SCHON, 1984) ou um professor pesquisador (STENHOUSE, 1987; ELLIOT, 1997) buscam tornar os professores conscientes de um saber tácito, mas esquecem de considerar as condições sociais, históricas e institucionais em que se constrói essa reflexão que se baseia em uma prática individual. Desconsiderar tais fatores, segundo Liston e Zeichner (1993), dificulta a superação de desigualdades sociais na educação.

A adoção de um modelo crítico, segundo Tardif e Gauthier (2001), evita excessos do psicologismo individualista que, segundo eles, há muito caracteriza pesquisas sobre o ensino. Alternativamente o modelo de pesquisa do professor como ator social não se preocupa tanto com as “representações mentais” do professor, mas com seus julgamentos, a maneira como



expressa-os em propostas, discursos em um contexto social, institucional e educacional particular.

Nossa definição de saber é flexível – porque não prejudica de forma alguma a natureza das demandas da racionalidade, mas baseia-se no que os atores consideram racional – e restritiva, uma vez que não aceita como conhecimento esses atos e pensamentos não racionais; ou seja, o que os atores fazem sem motivo, ou dos quais são incapazes de expressar e discutir os motivos (TARDIF e GAUTHIER, 2001, p. 190).

Nessa perspectiva, o conhecimento não está no assunto, mas nas razões públicas que tentam validá-lo, com e através de uma argumentação, um pensamento, uma proposta, um ato, um meio. Ou seja, o conhecimento tem uma certa existência objetiva, e que reside nas razões, discursos, linguagens e argumentos que são desenvolvidos para discutir ideias e atos. Esses argumentos não dependem apenas da pessoa que os enuncia.

As limitações observadas, e que o que elas representam, nos mostram o tamanho do desafio para criar uma noção de saber suficientemente precisa, operacional e consistente em pesquisas empíricas. Uma alternativa proposta por Altet (2001) seria abordar o saber pedagógico docente a partir da experiência, resituando a prática docente e sua impossibilidade de predição, dado que predominam os dilemas e as incertezas. Contreras (2002), ao discutir sobre tais incertezas, apresentou a seguinte analogia:

[...] o transcurso do progresso educativo é mais como o voo de uma borboleta do que a trajetória de uma bala, de modo que cada professor é forçado a interpretar o significado especial de cada situação e a oportunidade que ela representa para aprender. (p.74)

Conceber o saber docente como vindo da prática do professor, implica de acordo com Altet (2001) que em sua classe ele gerencia uma ‘agenda dupla’, realiza duas funções relacionadas e complementares que são articuladas de forma funcional no curso da ação e, em situações complexas. São elas:

- uma função de estruturação (didática e de conteúdo) e de gestão de conteúdo;
- uma função pedagógica da gestão, controle interativo dos fatos da classe.

Essas duas funções colocadas em prática, misturam conhecimento e diferentes habilidades profissionais. Segundo Altet (2001), essas situações mobilizam um conjunto de habilidades profissionais que podem ser entendidas como os conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para o funcionamento das tarefas e funções do professor e são de uma ordem cognitiva, afetiva e prática (técnica e didática).

Por fim, para autores mais próximos da Pedagogia Crítica, tais como Tardif (2002), Zeichner (1993) ou Contreras (2002), a compreensão adequada do saber docente requer

articular aspectos sociais e individuais para superar abordagens mentalistas e assumir que o saber é social pelas seguintes razões:

- É compartilhado por um grupo inteiro de agentes que trabalham na mesma organização, que são sujeitos à estrutura de seu dia-a-dia de trabalho e às condições e recursos similares (como programas, temas a serem ensinados, regras de conduta, entre outros).
- Baseia-se em um sistema que garante sua legitimidade e orienta sua definição e uso (universidades, Ministério da Educação, entre outros).
- Seus objetos, são objetos sociais, sua prática é social, seu trabalho é transformar seus alunos, educá-los e instruí-los.
- A trajetória das disciplinas escolares, programas e práticas pedagógicas, evoluem ao longo do tempo e com as mudanças sociais.
- Adquire-se no contexto da socialização profissional, na qual ocorrem mudanças, adaptações aos diferentes momentos da carreira profissional e sua história profissional, onde o professor aprende a ensinar fazendo seu trabalho.

Dessa forma, o saber dos professores, juntamente com o social, é também saber dos atores individuais que o possuem e o incorporam em sua prática para adaptá-lo e transformá-lo.

#### 2.2.4 Dificuldades de definir o saber docente

Uma das primeiras dificuldades para entender as diferentes abordagens e tipologias do saber docente diz respeito ao que realmente é “saber”. Possíveis definições do significado desse termo necessariamente virão acompanhadas de outras questões derivadas, tais como: os professores realmente desenvolvem e produzem “saberes” a partir de sua prática? Se assim for, quando, como e de que forma? Como podem ser acessados? Apenas perguntando aos professores? O que deve ser considerado como “saber”? Representações mentais, opiniões, percepções, razões para atuar ou outros elementos de sua fala ou comportamento?

A analisar um conjunto de diferentes tipologias de saberes docentes, propostas ao longo da década de 1990, Borges (2001) comenta:

Um primeiro ponto a ser destacado diz respeito à dificuldade enfrentada por aqueles que se propõem a realizar sínteses para lidar com a diversidade conceitual e metodológica do campo. Isto porque os estudos analisados pelos autores são filiados a diferentes tradições teórico-metodológicas (BORGES, 2001, p. 72)

Como a ação pedagógica está envolvida em um processo rápido e contínuo de decisões relacionadas a saberes exigidos assumido na profissão e que nem sempre são claramente identificados, nem identificado como saberes por parte do docente, a tendência dos últimos anos nos modelos de formação inicial de professores, enfatiza a prática reflexiva para superar a insegurança de alguns professores sobre seu saber fazer, saber ser e seu próprio saber.

Historicamente, os professores têm sido concebidos como um corpo de artistas que, como tal, não participaram da seleção da cultura escolar e da definição de saberes necessário para a formação de alunos (TARDIF e LESSARD, 2014). Além disso, as profundas transformações que envolvem as sociedades trazem um enfraquecimento dos saberes docentes relacionados a uma visão humanista ou magistral dos fundamentos da filosofia, moralidade, pedagogia como arte de ensinar, deixando-os desprovidos de recursos simbólicos para legitimar sua ação, dadas as contradições do relativismo cultural, as dificuldades em definir a formação fundamental e a desvalorização do conhecimento escolar (TARDIF e LESSARD, 2014).

Por outro lado, com a modernização da escola e a ampliação da formação com novos diplomas em pedagogia, psicologia e ciências relacionadas à educação que acessam a escola moderna, surgiu uma nova ordem saberes “universitários” que, por sua vez, têm uma identidade epistemológica fraca que caracteriza o conhecimento dos atores educacionais que trabalham com os alunos (TARDIF e LESSARD, 2014).

Sobre a suposta tendência de reduzir a pesquisa de saberes a análise de processos mentais, TARDIF (2002) alerta:

O saber dos professores não é de ‘fórum íntimo’, povoado por representações mentais, mas um saber sempre ligado a uma situação de trabalho com os outros (alunos, colegas, pais etc.), um saber ancorado em uma tarefa complexa (ensino), localizado em um espaço de trabalho (sala de aula, escola), enraizado em uma instituição e em uma sociedade (TARDIF, 2002, p. 15).

Outra dificuldade em definir o saber docente, refere-se ao que TARDIF e GAUTHIER (2001) chamam de tendência a conceber o professor como um sábio de todo e qualquer conhecimento. Esta abordagem de saber docente, implicitamente está por trás de uma concepção de um modelo ideal e racionalista do ator que entorpece o funcionamento real dos professores quando os reduz à função de aplicar os métodos e alcançar seus objetivos de forma eficiente (CONTRERAS, 2002). É o resultado de conceber o saber docente, sob um certo modelo de ator fundado em uma racionalidade baseada em um repertório de habilidades

concebidas quase exclusivamente em termos de conhecimento. É a aplicação do modelo científico-tecnológico ao ensino e que ressalta a concepção do professor ideal, presente nas ciências da educação e que é entendido como:

[...] ‘sujeito epidêmico’, um sujeito sábio ou essencialmente definido por sua mediação com saber, ao qual às vezes acrescenta uma sensibilidade (as famosas ‘motivações’ e interesses), bem como valores e atitudes, o que dá um toque realista a esse modelo (TARDIF e LESSARD, 2014, p. 321).

A tendência de entender o professor como sábio e definir que é apenas o conhecimento que importa para o saber docente, enfatiza um modelo de professor como um ator dotado de uma racionalidade baseada exclusivamente na cognição.

Nessa perspectiva, o pensamento e a ação do professor são compreendidos de acordo com uma teoria do conhecimento, baseada na informação e uma prática instrumentalizada, pensada a partir de uma ordem de ação modelo, que concebe um sujeito científico, mediador de um conhecimento meramente informativo e uma prática instrumentalizada.

Essa concepção de saber, segundo Contreras (2002), vem de uma racionalidade técnica que o concebe como um meio eficiente de implementação de propósitos predefinidos no pensamento dominante de políticas públicas ou na comunidade e que coloca o foco, em uma formação acadêmica na qual é dada muita importância ao conhecimento pedagógico que não está relacionado ao conhecimento da pesquisa científica ou ao conhecimento derivado da experiência prática como professor e indicado por reformas educacionais.

Tardif e Gauthier (2001), ao comentar sobre tal modelo, defendem que não se pode conceber o professor como um sábio cujo propósito é produzir novos conhecimentos ou conhecer as teorias existentes. Segundo tais autores, o julgamento dos professores é direcionado à atuação dentro de um contexto e em relação aos outros e especificamente aos alunos. O professor não está interessado em saber, mas atuar e fazer, e se ele quer saber é agir melhor e fazer melhor. Nem é um cientista ou um sábio, porque seus julgamentos não se limitam a julgamentos empíricos, mas englobam um campo muito mais amplo de julgamentos que eles não buscam como a abordagem argumentativa do saber e, desenvolver uma teoria que vai além da realidade e engloba vários tipos de julgamento com suas demandas correspondentes de racionalidade. Portanto, saber ensinar na ação implica a existência de um conjunto de conhecimentos; ou seja, a partir de um conjunto de habilidades distintas.

Outra tendência de pesquisa problemática no campo de saberes docentes é aquela que supostamente sustenta que tudo é conhecimento. De acordo com Tardif e Gauthier (2001), as pesquisas etnográficas sobre o saber docente levadas ao limite, por exemplo, acabam

transformando tudo em saber (maneira de saber-fazer, opiniões, personalidade, ideologias, bom senso, regras e normas), ou seja, para defensores desse tipo de abordagem toda representação cotidiana dos professores e da escola é saber:

Enquanto algum cognitivismo promove um modelo refinado, quase computacional e estratégico do ator, o excesso etnográfico consiste em transformar tudo no saber; ou seja, no tratamento de toda a produção simbólica, cada construção discursiva, cada prática orientada e até mesmo toda forma humana de vida como se tivesse vindo do saber.

Portanto, se tudo é saber, se perde o sentido e o valor discriminante do saber e se torna inócuo falar que tudo é saber. Não é uma questão de negar a existência de saberes informais, cotidianos, mas sim designar um conjunto de ideias imprecisas, vagas e indefinidas a noção de saber: acreditamos que a pesquisa leva a uma fragmentação genuína das concepções do saber e de ator, de suas habilidades e competência. (TARDIF e GAUTHIER, 2001, p. 189).

Outra dificuldade é apresentada em relação à valoração do saber docente. Na sociedade atual o bem mais precioso é o conhecimento e, portanto, a escola adquire um lugar central em sua aquisição, tornando os professores os principais responsáveis por fazer com que seus alunos acessem uma nova cultura científica. Porém, o saber dos professores, pela natureza da produção do conhecimento em constante renovação, é subordinado aos outros e só pode ser transmitido um saber elaborado por outros (TARDIFF e LESSARD, 2014).

Isso requer uma revisão crítica dos modelos de formação de professores, estimulando a adoção de modelos baseados em saberes e produção de saberes dos próprios docentes e, fazendo com que professores possam ter um papel social tão relevante quanto a comunidade científica e outros grupos produtores de saberes: não podemos pensar que, porque fornecemos a uma pessoa uma teoria educacional, que fornecemos a ele ao mesmo tempo as fundações para orientar sua prática educacional.

### 2.2.5 Saberes ou conhecimentos?

Outra dificuldade em pesquisa e teorização da prática docente é saber o que pode ser considerado saber e o que deve ser tido como conhecimento, ou ambos são sinônimos?

Altet (2001) é um dos autores que propôs uma aproximação de uma definição a respeito, fazendo a seguinte diferenciação entre informação, saber e conhecimento: a informação está fora do sujeito e é de ordem social, o conhecimento é integrado pelo sujeito e é de ordem pessoal e o saber está na interface entre informação e conhecimento.

Ou seja, para Altet (2001), para entender conceitualmente o saber docente, em primeiro lugar, é necessário distinguir algumas características que descrevem sua natureza, o

que significa, antes de tudo, ter em mente que sua natureza é individual e social para capturá-la como um todo. Isso significa que o saber docente está intimamente relacionado com o trabalho do professor na escola e na sala de aula. É um saber não apenas sobre trabalho, mas no trabalho, é onde ele toma forma em suas múltiplas expressões simbólicas e práticas. O saber com base no trabalho, condições, situações e recursos associados a essas responsabilidades, portanto, os saberes nunca são relações estritamente cognitivas; são relações mediadas pelo trabalho que lhes fornecem princípios para lidar e resolver situações cotidianas (TARDIF, 2002).

Em segundo lugar, o saber docente está integrado por diversos saberes, portanto, é plural e mais ou menos coerente e vem da formação profissional, disciplinar, curricular e de experiência, estão relacionadas às ciências da educação e da ideologia pedagógica. Na formação de professores são selecionados saberes produzidos pelas diversas ciências, tradição cultural e aqueles provenientes da pedagogia (currículo, programas, métodos), que se unem e passam a ser “saberes disciplinares” que o professor deve aprender e aplicar; no entanto, há uma divisão do trabalho entre os produtores do saber e os executores (TARDIF, 2002).

Quando os professores incorporam saberes a sua prática, não estão em condições de serem produtores de saberes, porque não participaram de fato de sua definição, nem do controle dos saberes sociais que formaram parte de tal saber escolar, que proveem de uma cultura especializada e de outros agentes que dominam o campo de produção cultural. Além de não controlar a definição e seleção de saberes disciplinares, segundo Tardif e Lessard (2014), os docentes tampouco controlam os saberes pedagógicos transmitidos pelas instituições formadoras de professores. Tais instituições são bem exteriores a eles, dominam a prática da profissão, mas não proveem dela. São saberes problemáticos e a questão de fundo é: “não será porque essas mesmas relações implicam sempre uma certa distância social, institucional, epistemológica, que os separa e os aliena daqueles saberes produzidos, controlados e legitimados por outros? (TARDIFF e LESSARD 2014, p. 32).

Em terceiro lugar, o saber docente, é um saber diverso e heterogêneo não só porque provêm de diversas fontes e se funda na experiência, mas por causa do lugar dos professores ante aos grupos intelectuais que produzem e carregam os saberes das especialidades. Este lugar se encontra desvalorizado por execução, pela aplicação de técnicas pedagógicas, pelo saber fazer, localizado no final da divisão social do trabalho, que vai desde a nobre tarefa de produção e legitimação dos saberes até sua disseminação nas escolas e universidades.

Além disso, o saber docente, é diverso e heterogêneo por suas distintas fontes: saberes relacionados com o *currículo*, livros, disciplinas, a própria experiência, entre outros. Ou seja, é de natureza diferente e provêm de fontes variadas. Por isso, para Tardif (2002) mais que estabelecer tipologias sobre a diversidade dos saberes docentes, dado que tais tipologias refletem os postulados teóricos de seus autores, é mais pertinente construir categorias a partir do que os próprios docentes utilizam em sua prática cotidiana. Esta característica tornaria visível a natureza social desse saber e mais próxima da expressão de outros diversos saberes procedentes da sociedade.

Segundo Tardif e Lessard (2014), o saber que o professor mobiliza não vem somente das ciências, mas são pedagógicos, entendidos “como doutrinas ou concepções a partir de reflexões sobre a prática educacional, reflexões racionais e normativas que levam a sistemas mais ou menos coerentes de representação e orientação da atividade educacional” (2014, p. 29).

Por isso é importante compreender como os professores organizam esses conhecimentos e classificam a diversidade de saberes e sua progressiva aquisição ao longo de sua formação e carreira profissional:

[...] os saberes procedentes da experiência cotidiana de trabalho parecem constituir o fundamento da prática e da competência profissional, pois essa experiência cotidiana é a condição para a aquisição e produção de seus próprios saberes profissionais (TARDIF, 2002, p.21).

Em quarto lugar, outra característica de saber docente é a temporalidade. Segundo Tardif (2002), isto implica que o docente aprende a dominar progressivamente os saberes necessários de seu trabalho e porque a imersão prévia como aluno na escola lhe faz adquirir crenças e práticas sobre seu ofício, configurando sua história profissional.

### 2.2.6 Os saberes provenientes da prática

Como é possível perceber no tópico anterior, a expressão ‘saberes pedagógicos’ tem sido usada por diversos autores no sentido de associar tais saberes à prática profissional cotidiana. A realização de diversas investigações educacionais sobre as características dos saberes que os professores possuem e utilizam, segundo Latorre (2000), contribuíram para pôr em evidência que os saberes associados à prática educativa são diversos, tanto em sua natureza epistemológica, seus conteúdos, bem como seu potencial de explicitação; e que, dadas tais diferenças, estes saberes se relacionam de maneira diferenciada com a ação prática.

Alguns autores, com base na relação entre currículo e saberes docentes, apontaram alguns detalhes sobre tal tipo de saber. Geralmente, costuma-se atribuir aos docentes a responsabilidade de implementar o currículo em aula, recebendo um conhecimento “*erudito*” por meio de planos e programas para cada nível educativo. Nesse cenário, portanto, segundo Chevallard, (2005, p. 5), o professor teria a missão de “saber organizar o conhecimento sábio do especialista em conhecimento pedagógico que provoca aprendizagens disciplinares”.

Dessa forma, o *currículo* entendido como prática e como componente sistêmico da instituição escolar, constitui um saber fundamental que todo docente há de manejar; o currículo modela os docentes, mas é traduzido na prática por eles mesmos (GIMENO e PÉREZ GÓMEZ, 1995). Todavia, não se trata somente de entender como os professores transpõe à prática o currículo, mas sim como entendem seus próprios significados (GIMENO e PÉREZ GÓMEZ, 1995). Isso supõe considerar a escola como espaço no qual se reconstrói o conhecimento a partir de um *currículo* imposto de fora.

Se o saber está situado em um contexto histórico, cultural e social, os saberes sobre a prática docente naturalmente têm que ser elaborados a partir do contexto de uma escola, o que lhe dá características específicas. Enquanto a autonomia dos professores é relativizada à medida que certas condições de trabalho são dadas (horas, recursos, características dos alunos, estilo de gestão do estabelecimento, entre outros), os professores os gerenciam e, em alguns casos, forçam e projetam o conteúdo a partir de sua própria atividade (GIMENO e PÉREZ GÓMEZ, 1995).

Tardif, Lessard e Lahaye (1991), propõem uma concepção de um professor que constrói saberes, os modifica e os mobiliza na prática pedagógica. Não é alguém que aplica o conhecimento criado por outro ou que é determinado por mecanismos sociais, é alguém que assume sua prática a partir do sentido que ele atribui e da atividade que estrutura e orienta. Nessa mesma linha, Gauthier (1998) aborda o saber dos professores como expressão de uma razão prática, a qual, segundo ele, depende muito mais da argumentação e do juízo do que da cognição e da informação.

Portanto, para Gauthier (1998) o professor não é um mero aplicador dos saberes produzidos por outros e tampouco depende de um processo de reflexão constante que lhe leve a recorrer aos saberes derivados de sua formação profissional. Nessa perspectiva os saberes teóricos corresponderiam a saberes de natureza teórico-especulativa; que não se orientam a operar diretamente na prática; que são de ordem declarativa; e que foram adquiridos através da formação acadêmica. Os ditos saberes procedimentais – cuja finalidade é regular, orientar



e organizar a operacionalização da ação na prática, sem chegar a intervir diretamente nela – também fariam parte desse rol de saberes que orbitam a prática dos professores.

Outra perspectiva de diferenciação relacionada com a prática docente foi proposta por Altet (2001), que distingue entre saberes a ensinar e saberes para ensinar. Entre os primeiros estão os saberes disciplinares, próprios das ciências e da didática que são dirigidos aos alunos. Entre os segundos se encontram aqueles saberes pedagógicos próprios das diferentes disciplinas e os saberes de cultura ensinante.

Para esses autores, os saberes práticos, de natureza prático-empírica, foram adquiridos através da experiência profissional em situações concretas de trabalho, se orientam a aportar informações que provem diretamente dos processos práticos realizados e buscam melhorar a eficácia futura da ação; sua validade se associa ao objetivo alcançado em situações específicas e a seus resultados em um contexto particular no qual se produzem. Para Charlot (2006), por exemplo, os saberes práticos são saberes ligados diretamente a prática que valem por sua pertinência frente a ela, ou seja, por sua capacidade de servir de instrumento para um fim perseguido. Por outro lado, Altet (2001), distingue os saberes sobre a prática ou saberes sobre como fazer dos saberes da prática ou saberes da experiência, que são o resultado da ação exitosa e que permanecem frequentemente implícitos.

Schön (1995) é outro que destaca a distância que existe entre os saberes sobre a prática e a prática efetiva, o insuficiente potencial explicativo que esse primeiro tem, assim como sua incapacidade para regular os saberes a respeito ao exercício concreto de uma ação em contexto prático. Dado o carácter contingente e problemático da ação prática e, da necessidade de recorrer a certa improvisação, inventando, provando, ensaiando estratégias emergidas que surgem “da própria colheita” do prático. Se trata de um saber associado a prática que, para Schön (1995), não se refere a uma racionalidade técnico-instrumental de orientação positivista, mas sim uma racionalidade distinta, fundada na prática, nas demandas que surgem e na elaboração de respostas pertinentes a essas demandas e que, segundo Latorre (2003) possuem um carácter contingente, problemático, instável e múltiplo do contexto onde tem lugar a ação prática do professor; a existência de “zonas de indeterminação” prática, a singularidade que comporta cada situação e a incerteza que tudo isso provoca na prática.

Embora o professor possa ser reconhecido como ator-agente capaz de “criar” saber da prática, não é capaz de produzir saber-sobre-a-prática, ao menos que possa tomar certa distância a respeito de sua ação e se transformar em um investigador, mediante parcerias com colegas investigadores educativos. Sobre isso, Zibetti e Souza (2007) assinalam que os

saberes da prática podem chegar a ser explicitados pelos professores, através de um discurso sobre o como fazer ou como foi feita uma ação, apresentando os procedimentos, considerações, decisões, receitas e técnicas empregadas; um discurso que dá conta dos saberes da prática e ilustra a ação, mas que dificilmente, pode explicar o porquê da ação realizada.

É nesse sentido que os saberes docentes podem ser entendidos como “saber em uso”, pela força articuladora que tem ao aglutinar os diversos saberes da prática docente. O “saber em uso” trata-se de um sistema de representação dos saberes articulados que contêm objetos, situações ou fenômenos e; dispositivos de tratamento desses objetos, situações ou fenômenos, organizados que se desenvolvem na prática (DIAS, 2010). Ou seja, um sistema de representação composto por imagens e significados associados a aspectos cognitivos e a condutas sociais que são compartilhadas por um determinado grupo.

Latorre (2003) usa uma expressão um pouco diferentes, “saberes pedagógicos”, para denominar aqueles saberes que articulados entre si, segundo as características da própria prática que o professor realiza e a dinâmica do ato educativo específico, que o professor elabora e atualiza no exercício de sua prática.

A concepções dos ditos “conhecimentos de base” propostos por Shulmann (1987) também nos remete a ideia de “saberes em uso”, uma vez que tal concepção:

[está] associada ao ensino e aos processos de raciocínio e ação pedagógica, se trata de um constructo articulado pelo conjunto de habilidades básicas que requer um professor, com o objetivo de obter um ensino efetivo, ou seja, as habilidades, modos de fazer ou princípios de ação que estão presentes na prática pedagógica cotidiana dos docentes (SHULMANN, 1987, p. 07)

Como é possível deduzir este “conhecimento de base” estaria mais intimamente relacionado às ações de gestão de sala de aula e figuraria como um dos mais importantes tipos de saberes/conhecimentos do professor. As pesquisas realizadas por Gauthier (1998), por exemplo, demonstram que a gestão da classe, é a base de conhecimentos profissionais do professor porque: “é o conjunto dos saberes, conhecimentos, habilidades e atitudes que um professor requer para desenvolver seu trabalho de maneira eficaz em uma situação de ensino dada; cujo fundamento se encontra situado no contexto do ato pedagógico”.

Nesse sentido, segundo Latorre (2003) o “saber em uso” é caracterizado por uma dupla dimensionalidade. Por uma parte é pessoal e social, pela elaboração pessoal que faz o sujeito e que está enraizada em situações concretas e específicas, sendo um saber compartilhado e reconhecido como específico por um grupo socioprofissional determinado e; por outra parte, o “saber em uso” também é teórico e prático porque é o resultado das aprendizagens realizadas

na etapa de formação acadêmica e; pelas aprendizagens alcançadas por meio da experiência no exercício da prática profissional cotidiana.

Portanto, para Latorre (2003), o “saber em uso” é a articulação resultante da combinação dos distintos saberes pedagógicos que o professor possui, associados e atualizados no exercício de sua prática pedagógica cotidiana, de acordo com as características de uma situação pedagógica específica. Saber que ao mediar entre os saberes associados à prática e às ações da prática concreta, se articula na interseção que se produz entre este corpo de saberes pedagógicos e as características da própria prática pedagógica. As configurações que pode adquirir o “saber em uso” são múltiplas, dado os diversos tipos de saberes pedagógicos, práticas diversas e formas de relações entre eles.

O “saber em uso” também nem sempre é explícito, dado que é um saber que se constrói desde uma imersão na prática e, portanto, não existe como um discurso constituído para o docente, por que seu significado se enraíza no contexto no qual é gerado (LATORRE, 2003).

Por isso, é necessário, segundo Latorre (2003), fazer visível o “saber em uso” do docente, não apenas no discurso pedagógico, mas como expressão de sua prática pedagógica, que reflete as situações que estruturam os atos pedagógicos do docente. Acessando ao objeto do saber, tanto desde a representação contida no discurso pedagógico como a explicitação operatória desde saber contido na ação.

Um outro tipo de compreensão dos saberes da prática, um mais amplo, foi proposto por Tardif e Lessard (2014), o qual englobaria os conhecimentos, as competências, as habilidades e as atitudes dos docentes, que tais autores denominaram: o saber, o saber fazer e saber ser.

Para Tardif e Lessard (2014) abordar a natureza e as características do saber dos professores não significa que se entenda eles como algo separado de outras dimensões relacionadas com o ensino: o social, organizativo, humano e, tudo aquilo que implica o trabalho dos docentes nas realidades em que o desempenham. No âmbito do trabalho profissional não se pode entendê-los sem relacioná-los com os condicionantes e contexto de trabalho. Sobre isso Tardif (2002) já havia comentado que:

[...] o saber dos professores é o saber deles e está relacionado com sua personalidade e suas identidades, com suas experiências de vida e sua história profissional, com suas relações com os alunos em aula e com os demais atores escolares. (TARDIF, 2002, p. 11)

Para Tardif (2002), igual a qualquer outro trabalho humano, o trabalho docente, requer certos saberes específicos, que permitem que os professores fundamentem sua atividade sobre a base de saberes típicos de seu ofício e que não se referem meramente aos saberes que sustentam a atividade pedagógica, nem a processos cognitivos gerais que fazem possível o bom funcionamento da comunicação pedagógica. Estão intrinsecamente vinculados ao contexto social em que se produzem.

Tardif e Gauthier (2001) detalharam um pouco melhor o caráter específico dos saberes profissionais, reafirmando que tais saberes dependem de fenômenos muito concretos e:

- i. São adquiridos principalmente ao longo de formação específica, relativamente longa, na universidade.
- ii. Sua aquisição requer certo grau de socialização profissional e uma experiência do ofício.
- iii. São utilizados em uma instituição – a escola – que possui certas peculiaridades originais.
- iv. São mobilizados em um trabalho – o ensino – que também possui algumas características específicas.

Para Tardif e Gauthier (2001) a transmissão da matéria e gestão de classe não são apenas elementos do trabalho docente, mas o núcleo central da profissão e o meio escolar, como realidade concreta na qual o docente exerce seus saberes, lhe obriga a fazer convergir dois tipos de limitações e a buscar colaboração, que são:

- Limitações relacionadas com a transmissão da matéria (tempo, organização sequencial dos conteúdos, finalidades por alcançar, aprendizagem dos alunos, avaliação, entre outros);
- Limitações relativas a gestão das interações com os alunos (manutenção da disciplina, gestão das ações provocadas pelos alunos, motivação de grupo, etc.).

Tardif e Gauthier (2001) argumentam que, embora por um lado o marco institucional determine seu saber fazer, por outro lado, também permite uma boa margem de iniciativa para cumprir com seu trabalho. É precisamente na construção da ordem pedagógica, que o professor pensa e atua em função das exigências de racionalidade. Se trata de uma razão prática e não de uma racionalidade teórica, a razão do professor é:

[...] razão pedagógica, que se estabelece sempre em relação com o outro; ou seja, em suas interações com os alunos; e difere profundamente da racionalidade científica e técnica, que está orientada à objetivação e manipulação dos fatos (TARDIF e GAUTHIER, 2001, p. 191).

Pesquisar o “saber docente” vinculando-o de forma global e sistemática com a ideia de exigência de racionalidade traz importantes consequências intelectuais segundo Tardif e Gauthier (2001), dado que:

- i. Ao falar e agir racionalmente, somos capazes de motivar nosso próprio discurso ou ação auxiliados por razões, declarações, procedimentos contra outro ator que argumenta sobre sua relevância, seu valor e essa “capacidade” ou “competência” é medida na argumentação, em um discurso em que são argumentadas razões para justificar os atos e essas razões são discutíveis, criticadas e revisáveis.
- ii. Quando o ator é capaz de definir algumas razões, independentemente de sua natureza ou seu conteúdo real, a ideia de demandas de racionalidade não é normativa: não determina conteúdo racional, mas apenas revela uma capacidade formal.
- iii. É parte do que os atores consideram racional, e traz à tona suas próprias demandas por racionalidade e sua própria compreensão do saber. Subtraem os saberes de um modelo demasiado rígido da ciência empírica e da investigação universitária. Saber o que é racional (ou não) não se pode dizer *a priori*, mas somente em função da discussão e das razões apresentadas pelos atores. As exigências de racionalidade que orientam as ações e os discursos não derivam de uma razão que domina a linguagem e a *práxis*: aquelas dependem das razões dos atores e dos locutores, e do contexto no qual falam e atuam.
- iv. A melhor maneira de acessar as demandas da racionalidade é se perguntar o porquê; pelas razões de sua fala ou de sua ação. Engloba o conjunto de argumentos ou razões que um ator pode apresentar para justificar seu comportamento, na medida em que os meios utilizados pelo ator para alcançar seus objetivos também são baseados em motivos, escolhas, decisões. Refere-se a um “modelo intencional” do ator humano; ou seja, vem da ideia de que as pessoas não agem como máquinas ou por automação pura (sob a influência de leis sociais ou psicológicas, por exemplo), mas no controle de determinados objetivos, projetos, propósitos, meios e deliberações, entre outros.

Portanto, uma das principais estratégias de pesquisa que coincide com essa visão do saber consiste em observar os atores e/ou falar com eles, mas perguntando-lhes sobre suas razões para atuar ou discorrer o porquê. Como assinala Zibetti e Souza (2007) essa atitude do pesquisador é muito importante uma vez que a historicidade e a dialogicidade dos saberes são

aspectos inseparáveis e complementares da sua constituição na prática cotidiana. Ou seja, pesquisadores de saberes docentes não podem menosprezar em suas análises o contexto no qual os professores elaboram seu saber e, nesse sentido, Gimeno e Pérez Gómez (1995) destacam que grande parte da socialização profissional produzida pelos próprios companheiros é um fator de disseminação de atitudes e crenças sobre o currículo, o conhecimento, a avaliação e o comportamento dos alunos, acrescentando que:

Compreender o profissionalismo como exercício profissional individual ou compartilhado tem consequências não apenas sobre o tipo de possível mediação que os professores podem introduzir no desenvolvimento curricular, mas também sobre o cultivo de certas habilidades profissionais (GIMENO e PÉREZ GÓMEZ, 1995, p. 233).

Por isso que, para Gimeno e Pérez Gómez (1995), decisões eficientes sobre o processo de ensino-aprendizagem exigem que o professor reflita, em conjunto com colegas educadores, sobre a prática e os contextos escolares nos quais atua. Tomar tais decisões individualmente, mesmo que estejamos com a melhor das intenções, nos traz poucos benefícios e até pode nos causar problemas com os estudantes e outros professores da escola.

### 2.2.7 Competências docentes

Outra abordagem alternativa tenta contornar os problemas da indefinição do conceito de saberes docentes sustentando que a prática pedagógica está regida pelos *habitus* do professor, isto é, por um sistema de esquemas de pensamento e ação que sustenta as múltiplas micro decisões que se toma em aula e que tais sistemas podem ser melhor entendido como competências docentes (PERRENOUD, 2001).

A ideia se justifica no fato de que a atividade educativa é construída em uma rede de interações com outras pessoas e combinando símbolos, valores, sentimentos e atitudes, portanto não é uma ação sobre um objeto de conhecimento, implica sim uma prática na qual o professor realiza sua capacidade de estabelecer relações com outras pessoas no contexto de uma instituição que tem padrões, obrigações que levam você a se comportar de uma forma boa na prática do ensino e o que vem com sua profissão.

Meirieu (1998) distingue saberes de competência, referindo-se ao primeiro como o funcionamento mental estabilizado e reproduzível em diversos campos do conhecimento e a segunda como um conhecimento identificado que coloca uma ou mais capacidades em jogo em um determinado campo e dominando os materiais que usa.

Também já existem algumas diferentes tipologias de competências que caracterizam um bom professor. A contribuição de Delors (1999), por exemplo, enfatiza que o conceito de

competência não serve apenas para conectar o conhecimento, mas para saber como agir. Desta forma, os diferentes tipos de saberes estariam implícitos em competências, tais como:

- *Saber*: conhecimento objetivo, livre de subjetividade, externo aos indivíduos e fazendo referência ao mundo ao nosso redor, em qualquer domínio. Eles envolvem cognição “sabendo o quê”.
- *Saber fazer*: envolve habilidades e execução. Atualmente tem um significado mais amplo e também designa o conhecimento processual que se aplica a uma determinada situação. Muitas vezes usa o conhecimento, mas, dependendo do contexto, o desempenho varia.
- *Saber estar*: envolve o domínio afetivo da pessoa. Mobiliza, portanto, os afetos das atitudes, emoções, motivação e valores que estão em jogo em uma determinada situação.

Perrenoud (2001), outro importante defensor da ideia de competência docente, assinala que a ação pedagógica se mobiliza constantemente sobre o controle do *habitus*, entendido como nosso conjunto de esquemas de percepção, avaliação, pensamento e ação docente, que faz que sejamos capazes de enfrentar uma grande diversidade de situações cotidianas, de acordo com quatro mecanismos:

- Uma parte dos “gestos do ofício”: rotinas que, sem escapar completamente a consciência do sujeito, não exigem a mobilização de saberes e regras; inclusive quando se aplicam regras e se mobilizam saberes, a identificação da situação e o momento oportuno dependem do *habitus*;
- A parte menos consciente do *habitus* intervêm na microregulação de qualquer ação racional e intencionada, de qualquer conduta projetiva;
- Na hora de dirimir uma urgência, a improvisação está regulada pelos esquemas de percepção, de decisão e de ação, os quais mobilizam minimamente o pensamento racional e os saberes explícitos do ator.

Perrenoud (2000) propõem a organização dos saberes e conhecimentos como um conjunto de competências dos três tipos padrões de competências docentes seguintes:

*Conhecimento básico*: sobre o desenvolvimento e aprendizagem dos alunos e sua diversidade pessoal, cultural e social, bem como o domínio dos conteúdos específicos de disciplinas e áreas, incluindo suas relações transversais e o conhecimento e domínio de diversas metodologias para facilitar a aprendizagem.

*Capacidade de aplicação de conhecimento*: relacionada ao:

- i. Planejamento didático, tomada de decisões informadas sobre as relações e adaptações necessárias entre conteúdo, alunos, currículo e comunidade;
- ii. Seleção e criação de tarefas significativas para os alunos;
- iii. Estabelecer, negociar e manter um clima de convivência em sala de aula que facilite o envolvimento e o sucesso escolar;
- iv. Criação de oportunidades instrucionais que facilitem o crescimento acadêmico, social e pessoal;
- v. Uso efetivo de estratégias de comunicação verbal e não verbal que estimulem o treinamento pessoal e em grupo;
- vi. Uso de uma variedade de estratégias instrucionais para ajudar os alunos a pensar criticamente, resolver problemas e demonstrar habilidades práticas, desenvolver sua criatividade e;
- vii. A avaliação e sua integração ao ensino-aprendizagem, modificando as ações adequadas ao acompanhar e conhecer os progressos ou dificuldades de cada aluno.

*Responsabilidade profissional:* que regula:

- i. Uma prática profissional e ética de acordo com critérios éticos e responsabilidades compartilhadas com outros professores;
- ii. Reflexão e aprendizagem contínua (avaliações in loco dos efeitos de suas decisões sobre os alunos e a comunidade, assumindo como norma seu próprio desenvolvimento profissional);
- iii. Liderança e colaboração, tomando iniciativas e comprometendo-se a aprender todos os alunos e melhorar progressivamente o ensino.

As obras de Perrenoud (2000, 2001, 2008), na linha de ruptura com abordagens epistemológicas que tendem a abordar a natureza do conhecimento de professores especialistas como se fossem taxonômicas, tenta esclarecer como os diferentes tipos de conhecimento são estruturados e vai mais longe, abordando-os de uma perspectiva funcional, a partir da questão: como o mestre especialista combina os diferentes conhecimentos ao conceber, estruturar, gerenciar, reajustar e avaliar sua intervenção? (PERRENOUD, 2000).

Perrenoud (2000) com base nos resultados de várias pesquisas define dez competências-chave que o professor deve possuir para o ensino na sociedade contemporânea:

- Organizar situações de aprendizagem estimulantes e culturalmente relevantes;
- Participar da gestão da própria escola;
- Gerenciar o progresso da aprendizagem dos alunos;



- Informar as famílias e trabalhar com elas para a educação de seus filhos;
- Estabelecer e adaptar dispositivos para atender a diversidade;
- Utilizar novas tecnologias da informação;
- Envolver os alunos na aprendizagem;
- Enfrentar os dilemas éticos e deveres da profissão;
- Promover o aprendizado cooperativo;
- Gerenciar sua formação e treinamento contínuo.

Assim, a natureza do conhecimento tratado por professores especialistas não é de natureza taxonômica, mas funcional, pois é a forma pela qual o professor especialista combina os diferentes conhecimentos ao estruturar, gerenciar e avaliar sua intervenção. Diante das diferenças entre o conhecimento teórico e prático e sua necessidade de articulá-los, isso questiona se é apropriado usar o termo “saberes” (PERRENOUD, 2001).

Se trata de abordar as competências que englobam os saberes e que não só se reduzem aos conhecimentos e saberes, já que estas são capacidades de ação, que têm relação com os saberes teóricos e que não são de dependência, mais ao contrário, são críticas, pragmáticas e até oportunistas.

Perrenoud (2001) explica que não se trata de “virar as costas para os saberes”, porque as competências mobilizam saberes. Assim Perrenoud apresenta outra proposta para compreender o conhecimento tácito da prática dos professores, relativizando o papel dos saberes, referindo-se ao conjunto de recursos que são mobilizados em torno de um conjunto de tarefas.

Atualizar o que se sabe em um contexto único (marcado pelas relações de trabalho, uma cultura institucional, chances, obrigações temporais, recursos...) é o caminho revelador para a competência. Uma vez que esta é realizada em ação (PERRENOUD, 2001, p. 3).

O que realmente interessa para Perrenoud é desenvolver as competências da escola e avaliá-las na formação inicial, de unir constantemente o conhecimento e sua implementação em saberes complexos. O que vale tanto dentro das disciplinas quanto na encruzilhada entre elas (PERRENOUD, 2008).

Desta forma, se relativiza o papel dos saberes pelas diversas facetas que apresentam: se trata de uma relação entre saberes sábios e científicos, saberes científicos e saberes da experiência, demonstrando que eles não são opostos, já que o saber científico investiga e busca objetos desde a experiência, considerando que: “a verdadeira distinção é entre saberes sábios

e saberes de sentido comum. Tanto um como outro se enraízam na experiência humana, mas de forma diferente (PERRENOUD, 2001).

As condições cotidianas do exercício docente não se relacionam com problemas abstratos nem técnicos que requerem modelos para sua compreensão, se trata mais de situações concretas que não requerem conceitualizações acabadas, mas exigem habilidades pessoais e capacidade de improvisação para enfrentar situações específicas. Isso faria com que os professores desenvolvessem as disposições adquiridas na prática e, pela prática, certos estilos de ensino, personalidade do professor que compõem o *habitus*, ou seja, uma forma de saber ser e saber fazer profissionais validados pelo cotidiano. (PERRENOUD, 2001)

### 2.2.8 Habilidades docentes

Tal como acontece com os saberes e competências, definir o que é habilidade de ensino (ou didáticas) de forma que todos concordem não é uma questão simples. Se fôssemos dizer que as habilidades de ensino são as estratégias que os professores usam para permitir que as crianças aprendam, teríamos que justificar a exclusão de expedientes de intimidação, humilhação e uso de punições corporais que foram bastante utilizadas nas escolas, em um passado não muito distante, com a finalidade de fazer com que as crianças aprendessem forçadamente.

Então, ao buscar uma definição de habilidade de ensino, talvez seja mais fácil exemplificar e descrever algumas das características de habilidades que possam obter algum grau de consenso, embora não de acordo universal.

A primeira qualidade de uma boa habilidade de ensino, está relacionada a capacidade de execução de ações que facilitem a aprendizagem dos alunos de algo que vale a pena, como fatos, habilidades, valores, conceitos, como viver em harmonia com os colegas e o meio ambiente, atitudes altruístas ou alguma outra aprendizagem socialmente desejável (WRAGG, 1989). Uma segunda qualidade de uma habilidade importante é de ser reconhecida como tal por outras pessoas competentes para julgar esse aspecto, ou seja, professores, formadores de professores, inspetores, conselheiros e os próprios alunos.

Para que seja uma parte reconhecida da competência profissional de um professor a habilidade também deve ser capaz de ser repetida, talvez não exatamente da mesma forma, mas como uma ocorrência bastante frequente, ao invés de ocorrer de forma casual. Um chimpanzé pode pintar aleatoriamente uma forma colorida atraente de vez em quando, dado um pincel e um pouco de tinta, mas um artista habilidoso produziria uma pintura habilmente

concebida de forma mais regular. Os professores que possuem habilidades profissionais, portanto, devem ser capazes de manifestá-las de forma consistente, e não por acaso.

Uma observação frequentemente citada sobre habilidade é a do filósofo Gilbert Ryle que distinguiu entre ser capaz de enunciar uma proposição factual e de realizar uma operação hábil. Para ele a diferença entre ‘saber o que’ e ‘saber como’ é a diferença entre conhecimento inerte e ação inteligente (RYLE, 1949). Infelizmente, alguns professores competentes não têm plena consciência de suas habilidades, e seria um erro presumir que um professor só domine certas habilidades manifestas se for capaz de explicá-la e analisá-la na linguagem dos livros de didática (ROSENSHINE; EDMONDS, 1990). Toda a inteligência de uma ação pode perfeitamente ser explicada por outra pessoa, e o professor não será necessariamente inepto ou superficial se não tiver consciência teórica dos conhecimentos e habilidades que domina na prática.

Um problema encontrado na definição e uso do termo habilidades de ensino é que embora em alguns contextos o termo habilidade (e competência) tenha boas conotações – visto como uma qualidade rara, o resultado de anos de prática, a marca de um especialista – em outras circunstâncias é menosprezado, considerado mecânico, o sinal de um técnico rude e não de um artista. Tendemos, por exemplo, a admirar a habilidade de um cirurgião ou de um jogador de futebol. Ambos podem ter tido os mesmos anos de treinamento e dedicação, mas a natureza intelectual do conhecimento e compreensão exigidos pelo cirurgião são muito mais exigentes do que aqueles exigidos por um desportista.

Onde a imaginação está envolvida existem distinções ainda mais sutis. Um escultor provavelmente ficaria desapontado ao ler um relatório que descreve sua última obra-prima como uma obra de habilidade. Certamente ficaria mais contente com elogios que contivessem palavras como “artístico” e “criativo”. Por outro lado, para aqueles que comparam os professores mais a artistas expressivos do que a cirurgiões, o próprio termo “habilidade” pode ser visto como depreciativo, reduzindo o esforço criativo à aleatoriedade mecânica. É difícil livrar os termos competências e habilidades dessas associações emocionais com outros tipos de empreendimentos humanos (PERRENOUD, 2008).

Essa incerteza sobre a posição adequada da noção de habilidade quando aplicada ao ensino é parcialmente explicada pela natureza variada do trabalho do professor. Se por um lado, ligar adequadamente um projetor multimídia ou escrever de forma legível no quadro-negro exige habilidades muito modestas – que a maioria das pessoas poderia aprender com apenas um pouco de prática – por outro, lidar com um adolescente perturbador, ou saber como

explicar um conceito difícil para crianças de diferentes idades e habilidades – escolhendo a linguagem certa, exemplos e analogias adequadas e lhes fornecer diferentes pistas que indicam compreensão ou perplexidade – requerem anos de prática, bem como considerável inteligência e discernimento.

Quando as crianças aprendem algo, muitas vezes há uma qualidade mágica sobre a empolgação da descoberta, a calorosa empolgação do professor a respeito do que ele está ensinando, ou a novidade para o aluno de uma atividade educativa que ele não havia vivenciado antes. Mas o encanto parece ser destruído se o ensino também for visto pelas crianças como deliberado, calculado, manipulado ou artificialmente executado. Isso remete ao fato que o ato de aprender a ensinar deva ser visto como um todo ou como um conjunto de habilidades distintas inter-relacionadas e não como simples aplicação de diferentes habilidades isoladas e fora do contexto (PERRENOUD, 2008).

Ao longo dos muitos intercâmbios nos quais professores podem se envolver durante a carreira, muitos naturalmente acabam desenvolvendo padrões de ensino relativamente fixos, que têm sido demonstrados em algumas pesquisas (FEIMAN-NEMSER, 2003). Quando surgem novos currículos, reorganizações escolares ou outras mudanças nas circunstâncias, é difícil para esses professores desaprender hábitos e estratégias que foram usados milhares de vezes, mesmo que não sejam mais apropriados (VILANI e PACCA, 1992).

Há algumas habilidades de ensino que todos os professores devem possuir. Todos os professores, por exemplo, devem ser capazes de dar explicações claras, ser capazes de estruturar o conhecimento de uma maneira que promova a compreensão e de gerenciar grupos de aprendizes. Mas além de algumas óbvias habilidades como essas, identificar habilidades universais de ensino é difícil, porque habilidades de ensino emergem de nossa concepção de bom ensino (PERRENOUD, 2008).

Muitas das principais habilidades de ensino que são enfatizados nessas concepções de bom ensino diferem significativamente, embora, conforme mencionado anteriormente, existem algumas habilidades de sala de aula que devem estar presente em todo ensino.

As principais habilidades de ensino de concepções construtivistas, por exemplo, como mostrado por Villani e Pacca (1997) estão relacionadas a manutenção do foco na aprendizagem dos alunos, realização de atividades que permitam a explicitação e discussão de conceitos prévios, que induzam conflitos cognitivos, entre outros. Enquanto isso, modelos de ensino fundamentados na análise comportamental recomendam que os professores desenvolvam habilidades de definir objetivos claros e apropriados às capacidades dos

educandos, orientação instrucional compreensível, verificação contínua de aprendizagem, dar *bons feedback* nos momentos certos, entre outras contingências (VARGAS, 2013).

Ainda há muitos outros modelos de ensino e conseqüentemente diferentes conjuntos de saberes, competências e habilidades relacionadas a cada um deles (JOYCE; WEIL; CALHOUN, 2015). Todavia, isso não quer dizer que algumas habilidades não se sobreponham. Certamente a capacidade de oferecer instruções claras e de dar *feedback* aos alunos são duas habilidades que, digamos, não podem faltar qualquer que seja o modelo de ensino.

Se aceitarmos que as habilidades de ensino não são independentes de modelos e conceitos de ensino e que existem vários conjuntos de habilidades, surge um problema: Quais habilidades de ensino que os professores devem adquirir durante sua formação inicial e ao longo de sua carreira? Pelo menos três posições que podem ser tomadas em relação a este problema: (a) ensinar toda as habilidades, para permitir que cada professor selecione a concepção de ensino e as habilidades que ele prefere; (b) ensinar todas as habilidades e ajudar todos os professores a serem proficientes em todas elas; (c) ensinar todas as habilidades, mas ensiná-las sequencialmente ao longo da formação inicial e da carreira do professor. Vamos analisar de mais de perto cada uma dessas opções.

A primeira posição pode ser apropriada para o professor experiente que conhece a realidade das escolas e do ensino e que tem refletido sobre isso, mas parece ser imprópria para o estudante de licenciatura e mesmo para o professor iniciante. A maioria dos licenciandos e recém-formados ainda não descobriram seus valores educacionais e crenças (FEIMAN-NEMSER, 2003).

A segunda posição provavelmente não é apropriada nem para o novato nem para o professor experiente. Esta posição tem como base a proposição de que os todos modelos representam conjuntos neutros de técnicas, todas úteis, dependendo de sua configuração. Desta perspectiva, o professor ideal seria aquele que possui um amplo repertório de habilidades e os professores que possuíssem apenas algumas habilidades seriam deficientes. Esta posição é também inadequada porque é inatingível. É improvável que todos os professores adquiram proficiência em todas as habilidades. Alguns professores serão conferencistas mais capazes, alguns diagnosticadores mais hábeis, alguns implementadores de modelos mais hábeis e alguns criadores mais hábeis de práticas. Apenas alguns raros professores serão capazes de aprender e usar todas as habilidades de diferentes modelos.

A terceira posição parece a mais promissora, todavia a aquisição gradativa das habilidades por estágios deve estar relacionada a um eficiente sistema de determinação de estágios de desenvolvimento docente (FEIMAN-NEMSER, 2003). Ou seja, deve estar relacionada com as necessidades de ensino dos professores à medida que progredem de novatos a professores experientes. Certamente não parece apropriado sobrecarregar licenciandos no início da formação com informações sobre habilidades se não tiverem oportunidades de colocá-las em prática (GONÇALVES, 2005). Estudar determinados modelos e suas respectivas habilidades fazendo uso de outros modelos pode ser uma excelente ideia para pôr em prática a chamada simetria invertida (CORTELA; NARDI, 2017) e fazer com que os alunos reflitam sobre determinados modelos vivenciando outros, ajudando-os a perceber melhor as sutis vantagens e limitações de cada modelo em diferentes contextos.

### 2.2.9 Habilidades didáticas de professores construtivistas

Como vimos em tópicos anteriores, o significado e a relação de habilidades didáticas estão intrinsicamente relacionados ao referencial teórico, que explícita ou implicitamente subjaz nossas escolhas docentes. Portanto, para definir quais habilidades queremos mapear é necessário explicitar que princípios pedagógicos norteiam nossas escolhas.

Como já foi citado anteriormente, optamos por fundamentar nossa investigação em um modelo construtivista de ensino e aprendizagem. Embora um aparente consenso construtivista tenha tido uma grande influência nas últimas reformulações curriculares de diferentes países (NOVAK, 1988; BENTLEY, 1998), atualmente existem diferentes correntes construtivistas na área de pesquisa em ensino-aprendizagem de ciências que possuem semelhanças e diferenças entre si (MATTHEWS, 2002).

Dito isso, para delinear melhor nossas escolhas e justificar eventuais princípios e sugestões didáticas, optamos em basear este trabalho na ideia de construtivismo defendida por Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005), uma vez que tais autores analisaram críticas contemporâneas a diferentes tipos de construtivismo e, a partir de então, procuraram esclarecer as bases teóricas do construtivismo educativo que emergiu de pesquisas específicas da área de ensino-aprendizagem de ciências (*Science Education*), que almeja um processo educativo de (re)construção de conhecimentos mediante investigações orientadas que vá além da tradicional transmissão de conhecimento, favorecendo o debate dos diferentes aspectos CTS e estimulando a participação de cidadãos na tomada de decisões.

Segundo Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005, p. 111), o consenso construtivista na Educação em Ciências tem sua origem em muitas investigações específicas relativas a diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem das ciências, tais como a aprendizagem de conceitos, a resolução de problemas, o trabalho experimental ou as atitudes em relação e para com as ciências. Segundo eles, essas investigações têm sido desenvolvidas com vista a melhorar os fracos resultados do paradigma de aprendizagem por recepção/transmissão, seriamente questionado por diversas pesquisas educacionais, como evidenciam, por exemplo, os estudos sobre *misconceptions* e *alternatives frameworks* (LEONARD; KALINOWSKI; ANDREWS, 2014). Tais investigações contribuíram e continuam a contribuir para construir um corpo coerente de conhecimentos, que apoia a necessidade de implicar os alunos na (re)construção do conhecimento científico, com o intuito de tornar possível uma aprendizagem significativa e duradoura. Esta é a razão pela qual Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005) falam de construção do conhecimento e do construtivismo.

A fim de escapar de determinadas críticas, Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005, p. 111) esclarecem dois aspectos importantes que acabaram sendo alvo dos críticos: a visão ingênua do aluno como cientista e o problema de elicitare concepções alternativas dos estudantes para depois simplesmente tentar substituí-las por representações cientificamente mais apropriadas.

Segundo Gil-Pérez; Guisasola et al (2005, p. 114):

[...] as metáforas dos estudantes como *investigadores autônomos* (Pope e Gilbert, 1983; Solomon, 1994) ou como *cientistas em ação* (Burbules e Linn, 1991) não traduzem o verdadeiro espírito do construtivismo educativo, pois extrapolam excessivamente as analogias entre o *fazer* e o *aprender* ciências.

Para Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005) a metáfora que contempla os alunos como *investigadores principiantes (novice researches)* parece traduzir melhor a situação de aprendizagem pretendida por professores construtivistas, uma vez que enfatiza o trabalho em equipe sob a direção de alguém mais experiente; nesse caso, o professor. Quando um indivíduo se engaja em uma equipe de pesquisa, consegue alcançar com relativa rapidez o nível médio do resto da equipe. Uma vez que isso não acontece por transmissão verbal, mas através do engajamento na solução de problemas. Em particular em áreas nas quais os colegas são especialistas. Por outro lado, em uma empreitada puramente científica (não educativa), a situação muda, é claro, quando os problemas são novos para todos os membros da equipe. Neste caso, o progresso – se é que existe algum – torna-se lento e sinuoso, como bem assinalam os críticos (GIL-PÉREZ; GUIASOLA *et al.*, 2005).

A proposta de organizar a aprendizagem dos alunos como uma construção de conhecimentos, segundo Gil-Pérez; Guisasola et al. (2005), corresponde a primeira das situações, quer dizer, a uma *investigação orientada*, em áreas perfeitamente conhecidas pelo diretor da investigação (o professor), e onde os resultados parciais e embrionários obtidos pelos alunos podem ser reforçados, completados ou mesmo até questionados diante dos obtidos pela “comunidade científica”.

Assim, o que é conhecido como uma aproximação construtivista à aprendizagem das ciências responde às características de uma investigação orientada, em que os resultados obtidos por diferentes equipes são constantemente comparados e onde as equipes contam com *feedbacks* e ajuda de especialistas. Em suma, entre a metáfora que apresenta os alunos como simples receptores e a que os vê como *investigadores autônomos* (Pope e Gilbert, 1983; Solomon, 1994) ou *cientistas em ação* (Burbules e Linn, 1991), nós propomos a metáfora do *novice researcher*, que tem em conta as limitações apontadas por Buberles e Lin (1991) da ideia do *practicing scientist*, e que integra coerentemente as contribuições de Vigotsky acerca da “zona de desenvolvimento proximal” e o papel dos adultos na educação (Howe, 1996) [...] (GIL-PÉREZ; GUIASOLA *et al.*, 2005, p. 114)

Ou seja, o que Pérez; Guisasola et al. (2005) denominam de uma aproximação construtivista na educação em ciências é uma proposta que contempla a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e não a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente adquirido, através do professor ou do livro didático. Para eles:

O construtivismo [...] se trata, en la medida de lo posible, de colocar a los alumnos en situación de producir conocimientos, de explorar alternativas, superando la mera asimilación de conocimientos ya elaborados (FURIÓ; GIL-PÉREZ, 1978 apud GIL-PÉREZ; GUIASOLA, *et al.*, 2005, p. 114)

O segundo ponto de crítica se refere a questão de saber qual o sentido que há em provocar nos alunos a conscientização de suas ideias iniciais para depois imediatamente pô-las em conflito? Uma vez que, longo prazo, tal confrontação sistemática das ideias dos alunos com conceitos científicos certamente produzirá inibições por parte deles próprios (GIL-PÉREZ, GUIASOLA, *et al.*, 2005). Se compararmos tal estratégia didática com o fazer científico real, rapidamente perceberemos que uma pesquisa científica não é feita para questionar ideias ou para produzir mudanças conceituais, mas para resolver problemas que interessam aos investigadores. Embora vez ou outra, de fato, os resultados de pesquisas acabem incorrendo em grandes reformulações conceituais, na maioria das vezes o trabalho dos cientistas é corroborar, aperfeiçoar ou aumentar a precisão dos conhecimentos científicos



vigentes. Mesmo que concepções iniciais possam ser radicalmente questionadas, em geral, esse não é o objetivo da solução dos problemas encontrados.

Para responder a essa crítica Pérez; Guisasola et al. (2005) ressaltam que uma característica fundamental do tratamento científico dos problemas é tomar as ideias que se tem – inclusive as mais seguras e óbvias – como simples hipóteses de trabalho que é necessário controlar, esforçando-se para imaginar outras hipóteses. Tal atitude, segundo Pérez; Guisasola et al. (2005), concede um *status* muito diferente à situação de conflito cognitivo: já não supõem para os estudantes um questionar externo das coisas pessoais, nem a reiterada aceitação das insuficiências do próprio pensamento (com as consequentes implicações afetivas) sem um trabalho de aprofundamento em que umas ideias (tomadas como hipóteses) são substituídas por outras (tão pessoais como as anteriores). Ou seja,

Não se trata, como se pode ver, de liminar conflitos cognitivos, mas sim de evitar que adquiram um caráter de confrontação entre ideias próprias (incorretas) e os conhecimentos científicos (externos) (GIL-PÉREZ, GUIASOLA, *et al.*, 2005, p. 118)

Por todas essas razões, a estratégia de ensino que parece mais consistente com as características do pensamento científico, é a que compreende a aprendizagem como um tratamento *de situações problemas abertos que os alunos possam considerar de seu interesse*. Para Pérez; Guisasola et al. (2005), esta estratégia baseia-se fundamentalmente no envolvimento dos alunos na construção de conhecimento, aproximando a atividade dos mesmos da riqueza do tratamento científico dos problemas incluindo, entre outros:

- A consideração do possível interesse e importância das situações propostas, que dá sentido ao estudo e evita que os alunos se vejam imersos no tratamento de uma situação, sem ter tido a oportunidade de formar uma primeira ideia motivadora acerca do assunto/situação.
- O estudo qualitativo de situações problemáticas, tomando decisões – com ajuda de necessária pesquisa bibliográfica – para definir e delimitar problemas concretos (atividade durante a qual os estudantes começam por explicitar as suas ideias de uma maneira funcional).
- A invenção de conceitos e a emissão de hipóteses (oportunidade para usar as concepções alternativas para fazer previsões).
- A elaboração de possíveis estratégias para resolução de problemas, incluindo, quando apropriado, desenhos experimentais para verificar as hipóteses à luz da teoria.
- A implementação de estratégias, assim como a análise dos resultados, confrontando-os com os obtidos por outros alunos e com os da comunidade científica. Tal pode converter-se numa ocasião de conflito cognitivo entre distintas concepções (tomadas todas elas como hipóteses) e obrigar a conceber conjecturas e orientar a investigação.

- A utilização do novo conhecimento numa variedade de situações com vista a aprofundar e consolidar, pondo particular ênfase nas relações dinâmicas CTS que organizam o desenvolvimento científico, e orientam todo o trabalho. Trata-se de relevar e evidenciar a natureza de um corpo coerente de conhecimento em qualquer domínio científico; pondo ênfase especial nas relações Ciência/Tecnologia/Sociedade que marca o desenvolvimento científico (propiciando, a tal respeito, a tomada de decisões) e dirigindo todo esse tratamento para mostrar o caráter de corpo coerente que tem toda a ciência, favorecendo, para tal as atividades de síntese (esquemas, memórias, resumos, mapas conceituais...) a elaboração de produtos (suscetíveis de romper com planejamentos excessivamente escolares e de reforçar o interesse pela tarefa) e a conceptualização de novos problemas (PÉREZ; GUIASOLA et al., 2005, p. 119)

Como foi visto em tópicos anteriores, autores de orientação construtivista, tais como Shulman (1987), Villani e Pacca (1997), Carvalho e Gil-Perez (1998), têm debatido sobre diferentes tipos de conhecimentos, saberes e competências essenciais para professores de ciências, particularmente conhecimentos docentes que possam tornar as aulas de ciências mais estimulantes e resultar em aprendizagem mais significativas para os estudantes. Essa discussão é produto de vários anos de pesquisa sobre processos de ensino-aprendizagem de ciências que, infelizmente tem constatado que muitos professores chegam a assumir suas funções com conhecimentos extremamente limitados e ambíguos e com uma visão e uma prática de ensino incompatíveis com os avanços das pesquisas educacionais recentes (OVIGLI; BERTUCCI, 2009; FREITAS; VILLANI, 2002)

Para tentar elucidar os motivos dessas lacunas formativas, pesquisas como as de Villani e Pacca (1992), Feiman-Nenser (2003), Gonçalves (2005), Chapani (2008) e Freitas et al. (2015), por exemplo, investigaram aspectos relacionados a participação de professores em cursos de formação continuada e o momento de ingresso de novos professores nas escolas de educação básica.

Sobre a questão da eficácia de cursos de formação continuada Villani e Pacca (1992), por exemplo, detectaram que quase sempre o resultado dos cursos de atualização que propõem uma revisão do conteúdo estudado na graduação é uma frustração para os professores, que se sentem incapazes de aplicá-lo em suas aulas. Uma vez que professores em exercício, não tem disponibilidade material e tempo para o estudo das várias disciplinas que compõem o currículo, nem a disponibilidade psicológica para desenvolver uma atividade que não tenha ligação direta com sua prática profissional.

Uma pesquisa mais recente, realizada por Freitas et al. (2015), com cinquenta e um professores de diversas áreas do conhecimento que participaram de um processo formativo de docência no ensino superior, constatou que a maioria deles centrava suas aulas nos conteúdos,

não se preocupando em colocar os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem. Na referida pesquisa, a maioria dos professores assinalou o uso mais frequente de aulas expositivas (66,7%) e aulas expositivas dialogadas (70,6%). Ainda que dialogadas, essas aulas expositivas eram usadas como a estratégia para exposição de conteúdos e os alunos ficavam, dessa forma, em posição secundária. Além disso, em relação aos recursos mais usados, foram assinalados como de alta frequência o uso do projetor multimídia (70,6%) e do quadro de giz/caneta (51,0%), recursos esses que caracterizam aulas expositivas, concluindo que:

Para exercer as atividades em sala de aula, o docente em questão provavelmente se baseia na prática de professores que tiveram durante seu percurso como estudante. Dessa forma, esse processo de imitação perpetua a tradição de aulas nas quais, geralmente, o professor se preocupa principalmente com o conteúdo da disciplina e o estudante fica em segundo plano (FREITAS et al., 2015).

Outro estudo, desenvolvido por Chapani (2008), com dez professores que participaram de um curso de formação em serviço, concluiu que, embora o projeto do curso estivesse fundamentado em um modelo que Schön (1995) chamou de racionalidade prática, não foi possível modificar inteiramente a concepção de professor como consumidor e não produtor de conhecimentos válidos, pois continuou presente em muitos a ideia que professores devem atuar como meros executores no processo de ensino, fortemente dependentes do livro didático. Neste estudo também foi possível perceber que a prevalência da concepção transmissivista de aprendizagem refletiu-se no entendimento que se tem da própria formação, compreendida como possível apenas a partir de uma fonte externa que ofereça o conhecimento pronto.

Enquanto pesquisas sobre cursos de formação continuada demonstraram as dificuldades de se modificar as ideias e atitudes docentes, pesquisas sobre os primeiros anos de atuação como professor explicitaram algumas contingências que originam essas concepções e práticas profissionais em muitos professores. Uma vez que se trata do momento no qual os professores recém-formados enfrentam sozinhos as mesmas responsabilidades e problemas que seus colegas mais experientes.

Tudo é novo: como arrumar as carteiras? O que fazer no primeiro dia e nos dias seguintes? Quem são os alunos? Como são suas famílias? Quais os interesses, recursos e origens que os alunos trazem para a sala de aula? Como meus alunos devem ser avaliados? O que os resultados dos testes deles dirão sobre mim como professor? Eu deveria manter meus alunos calados? Ou meus colegas vão compreender que o aprendizado engajado às vezes significa salas de aula bagunçadas e estudantes ativos? E

depois das primeiras semanas, como posso descobrir se todos meus alunos estão realmente aprendendo? (FEIMAN-NEMSER, 2003)

Questões acima citadas representam uma importante agenda de aprendizagem profissional. Eles abordam questões de currículo, avaliação, gestão, cultura e comunidade escolar. Vai além da preocupação de manter a ordem durante as aulas, segundo Feiman-Nemser (2003), a principal preocupação dos professores iniciantes.

Assim como os alunos vão construindo modelos explicativos cada vez mais complexos ao longo de sua vida escolar devido o contato com seus professores e colegas, da mesma forma os professores no início de carreira reelaboram suas explicações e posturas, tanto em relação ao conhecimento do conteúdo quanto a respeito do processo de ensino e aprendizagem, à medida que interagem com colegas mais experientes. Dessa maneira acabam incorporando ideias e atitudes nem sempre salutares para os estudantes e para a escola, mas que, de alguma forma, aparentemente, ajuda-os a lidar com a difícil rotina docente (FEIMAN-NEMSER, 2003).

O impacto da rotina escolar sobre concepções de professores novatos também foi explicitada em um estudo de Gonçalves (2005) que, com base nas análises de diários de estudantes concluintes de cursos de licenciatura em Biologia, que participavam de estágio docente em escolas de educação básica, tentou demonstrar o quanto os conhecimentos profissionais se desenvolvem à medida que os sujeitos são confrontados com situações de prática docente e se questionam sobre situações vividas, avaliam fatos e tiram conclusões pessoais.

Assim, esses e outros estudos têm mostrado o quanto a construção de ações em sala de aula pode resultar em aprendizagens importantes para a formação docente. No entanto, essas ações se constituem em tarefas complexas, principalmente se o professor não possuir uma formação didática pedagógica que facilite o planejamento e execução das aulas (FREITAS et al., 2015) e, com o passar do tempo e interação com outros colegas professores, vai se tornando resistente a mudanças.

Essas pesquisas são interessantes parâmetros de reflexão que servem para ilustrar a complexidade que formadores de professores devem encarar ao elaborar e pôr em prática programas de formação inicial e continuada, mas ainda não são suficientes. A nosso ver, também é necessário realizar pesquisas que, com base em abordagens contemporâneas de ensino-aprendizagem, possam fornecer instrumentos para detectar quais as demandas formativas específicas de cada grupo de professores do qual se pretende atender. É neste sentido que a importância de pesquisas como a que estamos propondo se justifica.

## 2.3 Habilidades docentes *versus* letramento científico

Uma discussão teórica sobre possibilidade de interferência mútua entre conhecimento científico e habilidade didática, bem como o detalhamento de cada componente desses “saberes” docente foi apresentado em revisão feita por Villani e Pacca (1997). Os referidos autores argumentaram que o desenvolvimento de recursos tecnológicos e didáticos quase autônomos e a focalização do professor como gerente de recursos e fonte de motivação da aprendizagem dos estudantes, que ocorreram nas décadas de 1960 e 1970, acabaram por obscurecer temporariamente a importância do conhecimento científico do docente em favor de habilidades de organização.

Villani e Pacca (1997) argumentam que, enquanto, por um lado, o crescimento de uma visão construtivista de ensino e aprendizagem nos meios didáticos recolocou em pauta a importância do domínio de diferentes aspectos do conhecimento científico pelos professores, por outro, críticas recentes aos modelos tradicionais de mudança conceitual focalizaram a importância de elementos de natureza motivacional e salientaram a grande dependência entre a estabilidade da aprendizagem dos estudantes e a continuidade no esforço para alcançá-la.

Tais fatores, segundo Villani e Pacca (1997), reiteram a importância do desenvolvimento tanto da competência disciplinar, ou seja, o domínio do conhecimento científico do ponto de vista heurístico-conceitual, experimental e formal, quanto da habilidade didática, ou seja, da capacidade de proporcionar aos alunos as situações mais favoráveis para seu crescimento intelectual e emocional e de sustentá-los em seu processo de aprendizagem específica. Defendendo que tais destrezas constituem um binômio em contínua interação com resultados variáveis.

Com base em pesquisas sobre o tema realizadas por eles mesmos e outros autores, Villani e Pacca (1997) procuram discutir detalhadamente os componentes de cada habilidade, ilustrando a importância de cada um deles para o exercício eficaz da docência. A título de ilustração vejamos alguns trechos dos componentes enumerados por Villani e Pacca (1997) que nos ajudam a entender a importância de cada um deles.

De um lado o domínio do conhecimento científico por parte do professor é importante para poder executar com sucesso as seguintes tarefas:

- a) Reconhecer as variáveis relevantes e as relações significativas presentes na análise de um determinado fenômeno ou na solução de um determinado problema e ao mesmo tempo avaliar o grau de simplificação e de aproximação na solução do particular problema [...]
- b) Compreender a diferença entre a estrutura lógica do conhecimento científico e a organização histórica de sua produção [...]

c) Distinguir as características do saber científico e do senso comum sobretudo no que diz respeito a suas estruturas, a sua organização, as suas questões fundamentais, a seus objetivos e a seus valores [...]

O docente terá alcançado essa compreensão somente após ter elaborado um conjunto organizado de razões teóricas, experimentais e heurísticas a respeito dessa diferença.

d) Identificar as relações incompatíveis com o conhecimento disciplinar, implícitas nas questões formuladas pelos estudantes ou nas suas expressões de modo geral, e caracterizar as situações e os contextos nos quais mais facilmente estas concepções são utilizadas [...]

e) Produzir e/ou selecionar um conjunto de problemas, experimentos, textos e material pedagógico, adequado à promoção de conflitos cognitivos entre o conhecimento científico e o alternativo manifestado pelos estudantes [...]

f) Elaborar analogias, exemplos e imagens que facilitem a apropriação do conhecimento científico por parte dos estudantes, e simultaneamente estabeleçam uma ponte entre esse conhecimento e suas ideias espontâneas [...]

É possível deduzir que as destrezas acima apontadas se referem mais especificamente ao domínio conceitual, histórico, epistemológico e metodológico do conhecimento científico, ou seja, referem-se ao letramento científico do professor.

Como poderá ser visto a seguir, as ideias de Villani e Pacca (1997), Pérez; Guisasola et al. (2005) e outros autores de orientação construtivistas foram utilizadas para compor a base de elaboração de um dos instrumentos de pesquisa para as respectivas categorias de análise propostas nesse estudo. Tais aspectos serão apresentados e justificados no próximo capítulo.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Objetivo e delimitação do objeto de estudo

A fim de identificar, estimar e analisar os níveis de letramento científico e habilidades didáticas de professores foram utilizados instrumentos e técnicas de avaliação, que possibilitassem a discussão dos seguintes questionamentos: Existe correlação entre habilidades de letramento científico e habilidades didáticas? É possível determinar tais habilidades e as possíveis correlações entre elas através da aplicação de questionários e protocolos de análise de produções escritas? Com que frequência, certos indícios de determinadas habilidades didáticas aparecem em planejamentos escritos de professores de ciências?

Tendo como base essas e outras questões, o presente trabalho se propõe buscar os seguintes objetivos:

- Analisar a ocorrência de diferentes tipos de habilidades didáticas e de letramento científico em um grupo de professores em exercício.
- Investigar a possibilidade do uso de protocolos de análise e testes padronizados para avaliar habilidades didáticas e de letramento científico no grupo de professores em questão.
- Investigar possíveis correlações entre habilidades didáticas e de letramento científico.

### 3.2 Instrumento e técnicas de coleta e análise de dados

Para coletar os dados foram utilizados os seguintes instrumentos: i) o teste de habilidades de letramento científico (TOSLS, abreviatura em inglês de *Test of Scientific Literacy Skills*) elaborado por Gormally et al. (2012): para avaliar o nível global e a proficiência de diferentes habilidades de letramento científico; ii) um protocolo de produção e análise de seqüências didáticas (PAHD): cujo conteúdo textual escrito foi utilizado para observar e categorizar qualitativamente evidências de certas habilidades didáticas essenciais para o planejamento e execução de aulas de natureza construtivista.

#### 3.2.1 Teste de habilidades de letramento científico - TOSLS

O TOSLS é um questionário composto por 28 (vinte e oito) questões de múltipla escolha contextualizadas em torno de problemas do mundo real, por exemplo, avaliar a confiabilidade de um *website* que contém informações científicas ou determinar o que

constitui evidência para apoiar a eficácia de um produto farmacêutico (Anexo 1). O processo de desenvolvimento do TOSLS procurou articular a competência crítica de letramento científico, examinando a validade do instrumento através de entrevistas de estudantes e especialistas em ensino de Biologia, testes-retestes pilotos, exame posterior das propriedades psicométricas, e, finalmente, de testes de sala de aula do instrumento final em múltiplos e diferentes cursos de Biologia (GORMALLY et al., 2012).

**Quadro 2** - Descrição das categorias e habilidades avaliadas e suas respectivas questões no TOSLS

Categoria I	Compreender métodos de investigação que levam a conhecimentos científicos.
H1	Identificar um argumento científico válido (questões 1, 8, 11): habilidade de qualificar adequadamente um dado como evidência científica e saber quando tal evidência apoia uma hipótese. Contraexemplos: incapacidade de relacionar corretamente evidências e falta de controle sistemático sobre "fatos" que podem servir como evidências ou influenciá-las.
H2	Avaliar a validade de fontes (questões 10, 12, 17, 22, 26): habilidade de distinguir diferentes tipos de fontes; identificar vieses, autoridade e confiabilidade das informações ou dados. Contraexemplos: incapacidade de identificar problemas com precisão e credibilidade.
H3	Avaliar o uso e abuso de informações científicas (questões 5, 9, 27): capacidade de reconhecer um modo ético e cientificamente válido de agir e avaliar o uso adequado da ciência por parte do governo, da indústria e da mídia, livre de preconceitos e pressões políticas e econômicas. Contraexemplos: deixar que convicções políticas influenciem o uso de descobertas científicas. Dar o mesmo status para todos os lados de uma controvérsia, independentemente da sua validade.
H4	Compreender os elementos do <i>design</i> de pesquisa e como eles impactam nas descobertas/conclusões científicas (questões 4, 13, 14 e 25): Identificar pontos fortes e fracos no <i>design</i> de pesquisa relacionados a preconceitos, tamanho da amostra, randomização e controle experimental. Contraexemplos: Incompreensão da randomização contextualizada em um projeto de pesquisa particular, falta de compreensão dos elementos de um bom projeto de pesquisa.
Categoria II	Organizar, analisar e interpretar os dados quantitativos e informação científica.
H5	Criar gráficos para representar dados (questão 15): Identificar o formato apropriado para a representação gráfica de certos tipos de dados. Contraexemplos: não saber que gráficos de dispersão não são adequados para representar a diferença entre médias de grupos, pois mostram toda a gama de dados.
H6	Ler e interpretar representações gráficas de dados (questões 2, 6, 7 e 18): Interpretar dados apresentados graficamente para tirar conclusões sobre os resultados do estudo. Contraexemplos: Dificuldade na interpretação de gráficos, incapacidade para identificar padrões de crescimento (por exemplo, linear ou exponencial) em formato gráfico.
H7	Resolver problemas usando habilidades quantitativas, incluindo probabilidade e estatística (questões 16, 20 e 23): Calcular probabilidades, porcentagens e frequências para tirar conclusões. Contraexemplos: tentar adivinhar a resposta correta sem ser capaz de explicar os cálculos matemáticos básicos; justificar limitações com desculpas do tipo "eu não sou bom em matemática".
H8	Compreender e interpretar estatísticas básicas (questões 3, 19 e 24): Compreender a necessidade de usar estatísticas para quantificar a incerteza em dados. Contraexemplos: falta de familiaridade com estatísticas e com a incerteza científica; achar que as estatísticas provam que os dados são absolutamente corretos e verdadeiros.
H9	Justificar inferências, previsões e conclusões baseadas em dados quantitativos (21 e 28): Interpretar dados e criticar modelos experimentais para avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos. Contraexemplos: tendência a interpretar erradamente ou ignorar dados gráficos ao desenvolver uma hipótese ou avaliar um argumento.

**Fonte:** Gormally et al. (2012, p. 367)

O estudo sobre a validade de conteúdo e constructo do instrumento foi desenvolvido por Osterlind (2010 apud GORMALLY et al., 2012). A validade de conteúdo foi avaliada



com base em um levantamento de opiniões sobre habilidades de letramento científico entre especialistas no assunto e cientistas de outras áreas, para então selecionar as habilidades que seriam objeto de avaliação, dentre as mais importantes e frequentes entre os especialistas. A validade de construto foi avaliada a partir de análises estatísticas dos resultados obtidos com a aplicação das primeiras versões do instrumento, que incluíam a correlação de respostas a duas ou mais questões estruturalmente análogas e a correlação de respostas de amostras onde foram aplicados teste-reteste.

A partir dos resultados dessas pesquisas preliminares, os autores do instrumento identificaram as habilidades relacionadas a duas grandes categorias de competências de letramento científico: 1) competências relacionadas à habilidade de reconhecer e analisar o uso de métodos de investigação que produzem conhecimento científico, e 2) as habilidades relacionadas à organização, análise, e interpretação de dados quantitativos, informações científicas. Cada uma das categorias é composta por um conjunto de habilidades descritas no Quadro 2 (GORMALLY et. al, 2012, p.367), juntamente com a indicação das respectivas questões que procuram avaliar cada uma delas:

Em um estudo de Gomes e Almeida (2016) o instrumento foi traduzido do inglês, revisado e validado por professores especialistas, a fim corrigir problemas de tradução, eliminar possíveis incoerências e tentar contextualizar as questões para a realidade local. Nesse mesmo estudo, além de apontar problemas de letramento científico em um grupo de 40 atuais e futuros professores, o TOSLS demonstrou bons índices de confiabilidade, fidedignidade e consistência interna.

### 3.2.2 Protocolo de coleta e análise de habilidades didáticas

Inicialmente foi pensado que a coleta de evidências de habilidades didáticas no discurso dos professores poderia ser feita por meio da análise de planos de aula produzidos por eles e/ou observando algumas de suas aulas. No entanto, não é difícil imaginar o quanto poderia ser difícil encontrar indícios de habilidades construtivistas em planos de aula ou mesmo observando *in loco* aulas de professores que estivessem dispostos a colaborar com a pesquisa. Primeiramente pelo tempo disponível para realizar observações *in loco*. Em segundo lugar pela dificuldade de obtenção de documentos escolares (planos de cursos). Um terceiro, e mais importante aspecto a considerar está relacionado ao fato de que as limitações de infraestrutura da escola, desenho e conteúdo curricular a ser vencido em determinado período de tempo que, segundo Scarinci e Pacca (2016), acabam fazendo com que mesmo aqueles

professores bem preparados e dispostos a inovação decidam usar, a contragosto, métodos mais convencionais (aulas expositivas), por força das circunstâncias, condições de trabalho ou mesmo falta de prática em ministrar aulas de cunho mais construtivista.

Considerando tais dificuldades, foi necessário utilizar um instrumento de pesquisa que possibilitasse a eliciação de habilidades relacionadas a princípios pedagógicos presentes no pensamento docente e, ao mesmo tempo, não estivesse limitado à determinadas circunstâncias de atuação profissional. Para tanto, criamos uma atividade de produção textual cujo teor foi submetido à análise de conteúdo.

Antes de descrever a atividade e as categorias de análise propostas, é oportuno esclarecer detalhes da análise de conteúdo posta em prática. Em primeiro lugar é importante lembrar que quando aplicada ao material escrito, o objetivo básico da análise de conteúdo consiste em reduzir as muitas palavras de um texto a um pequeno conjunto de categorias de conteúdo (BARDIN, 2004). Na análise de conteúdo a inferência é considerada uma operação lógica destinada a extrair conhecimentos sobre aspectos latentes da mensagem analisada. Assim como, o arqueólogo ou o detetive trabalham com vestígios, o analista trabalha com índices cuidadosamente postos em evidência, tirando partido do tratamento das mensagens que manipula, para inferir (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor ou sobre o destinatário da comunicação (BARDIN, 2004, p. 39)

A codificação é o processo de transformação dos dados brutos de forma sistemática, segundo regras de enumeração, agregação e classificação, visando esclarecer sobre as características do material selecionado. Sua principal função é servir de elo entre o material escolhido para análise e a teoria do pesquisador, pois, embora os documentos estejam abertos a uma multidão de possíveis questões, a análise de conteúdo os interpreta apenas a luz do referencial de codificação (BAUER, 2002)

Fonseca Júnior (2006) ressalta que para que esse processo seja bem-sucedido é necessário que o pesquisador já tenha feito a ‘lição de casa’ da pré-análise, com a escolha do tema a ser pesquisado, a adoção de um referencial teórico, a formulação de hipóteses e objetivos, a definição do *corpus* etc. Tal análise compreende três fases: (a) o recorte – escolha das unidades de registro e de contexto; (b) a enumeração – escolha das regras de enumeração; (c) a classificação e agregação. Vejamos então cada um desses aspectos da pesquisa em questão:

*Corpus*: sequências didáticas elaboradas por professores que ensinam ciências na educação básica, discentes do primeiro ano de um curso de mestrado profissional na área de

educação em ciências. Os referidos textos manuscritos foram elaborados durante a realização de uma disciplina do curso. A pedido do docente da disciplina, os professores voluntariamente elaboraram uma sequência didática, de acordo com as seguintes orientações:

Imagine-se em uma escola ideal, com tudo o que você quisesse para realizar suas aulas: bom salário, tempo para planejamento, infraestrutura adequada, materiais didáticos disponíveis etc. Descreva o passo a passo que você seguiria para realizar uma sequência didática inovadora, nessa escola ideal, sobre um tópico de ciências a sua escolha, para os alunos de turmas que você costuma ou gostaria de ministrar aulas.

A ideia dessa atividade foi estimular os professores e deixá-los à vontade para expressar todas as suas eventuais aspirações teórico-metodológicas que, pelas limitações curriculares, de infraestrutura e tempo, efetivamente acabam não sendo colocadas em prática nas escolas nas quais atuam. Com isso, há maiores chances de observar a ocorrência de descrições de ações e preocupações relacionadas a diferentes habilidades didáticas e inferir quais habilidades estariam presentes ou não no discurso dos professores investigados.

Unidade de registro: nesse caso, são os próprios textos produzidos por cada professor, ou seja, as sequências didáticas elaboradas por eles.

Unidade de contexto: na busca de explorar possíveis padrões implícitos, informações como curso de graduação dos professores, idade, tempo de atuação na profissão foram considerados como unidades de contexto.

Categorias: foram criadas categorias *a priori* para agregar unidades de informação do tipo semântica. Ou seja, o referencial teórico construtivista (VILLANI; PACCA, 1997; GIL-PÉREZ, GUIASOLA *et al.*, 2005) foi utilizado para criar categorias relacionadas as habilidades de um professor construtivista ideal (preconizado pela teoria) e permitir uma análise categorial capaz de organizar temas expressos em certos trechos (frases e parágrafos) que explícita ou implicitamente estão relacionados às respectivas habilidades didáticas expressas pelas categorias propostas. Além das categorias *a priori*, para cumprir o critério de exaustividade (categorizar todos trechos relevantes), durante a análise também foram criadas algumas categorias *a posteriori* para categorizar trechos que não se enquadravam em nenhuma das categorias inicialmente propostas e tentar exprimir todos os aspectos relevantes existentes nos dados.

A seguir são apresentadas as 27 (vinte e sete) categorias de habilidades, reunidas em cinco categorias principais (dimensões), cujos detalhamento consta no Quadro 3:

**Quadro 3** - Categorias de análise: habilidades didáticas de natureza construtivista

<b>1. Planejamento</b>	
1.1. Articular atividades com planejamentos de longo prazo	Demonstrar indícios de relacionamento com atividades ou objetos de conhecimento que possam ter sido tratados em aulas anteriores ou posteriores e não simplesmente tratados de forma isolada.
1.2. Explorar aspectos CTS	Estimular os alunos a refletir sobre possíveis aspectos CTS que eventualmente possam estar relacionados com o assunto em questão: implicações sociais, contextos históricos, consequências ambientais e/ou aspectos políticos.
1.3. Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática	Estipular metas de aprendizagem de forma clara, particularmente visando habilidades e competências relacionadas à aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais típicos de conhecimentos científicos.
1.4. Planejar o desenvolvimento de aulas coerentes com as capacidades dos estudantes e metas propostas	Levar em consideração idade, eventuais necessidades especiais e/ou sondagens de aprendizagem prévias ao planejar diferentes atividades educativas.
1.5. Organizar diferentes fontes de consulta e referências	Fazer levantamento e organização prévia de textos, livros, websites e/ou vídeos que poderão ser utilizados como fonte de consulta e referência antes, durante ou após as atividades propostas.
1.6. Organizar diferentes materiais didáticos para as atividades	Fazer levantamento e organização prévia de aparatos, jogos, laboratórios e/ou locais de visita que serão utilizados na realização das atividades propostas.
1.7. Fazer uso de pesquisa e inovação didática	Fundamentar de forma coerente e efetiva as atividades a um ou mais referenciais teóricos educacionais.
1.7.1. Demonstrar coerência entre pressupostos teóricos e propostas didáticas <sup>2</sup>	Os princípios teóricos mencionados estão sendo usados de forma coerente e efetiva no planejamento, realização e avaliação das atividades propostas.
1.7.2. Mencionar princípios pedagógicos mas não usá-los de fato <sup>3</sup>	Os princípios teóricos mencionados não parecem estar sendo usados de forma coerente e efetiva no planejamento, realização e avaliação das atividades propostas.
1.10. Saber e ensinar o uso de TICs para buscar informações e produzir sínteses	Prever e demonstrar conhecimento sobre o uso de computadores e/ou smartphones para buscar informações e/ou compor sínteses de aprendizagem (mapas conceituais, infográficos, quadros comparativos etc.).
<b>2. Prelúdio</b>	
2.1. Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto	Prever e realizar atividades que estimulem curiosidade e o interesse dos alunos para os assuntos a serem abordados (contação de histórias, fatos ou fenômenos curiosos, enigmas, pré-montagem de aparatos etc.) e despertem o efeito da novidade.
2.2. Elaborar e apresentar questões problemas estimulantes e pertinentes	Iniciar as atividades a partir de questões-problemas relacionadas a histórias, fatos ou fenômenos previamente apresentados, estimulando os estudantes a pensar sobre o assunto e propor hipóteses e possíveis soluções.
<b>3. Explicitação e discussão de hipóteses</b>	
3.1. Guiar a explicitação de hipóteses dos alunos	Ajudar os alunos a formular e explicitar suas hipóteses, encorajando-os a expor seus pontos de vista e ajudando a sintetizar tais pontos de vista em frases assertivas no formato de hipóteses, para que percebam na prática do que isso se trata. Organizar (no quadro ou em outro tipo de anotação) as

<sup>2</sup> Categoria criada *à posteriori*, durante a análise dos planos de aula como uma subcategoria da habilidade de “Fazer uso de pesquisa e inovação didática”.

<sup>3</sup> Categoria criada *à posteriori*, durante a análise dos planos de aula como uma subcategoria da habilidade de “Fazer uso de pesquisa e inovação didática”, mas que não pode ser considerada uma habilidade didática. Apenas por questão de exaustividade, categoriza informações presentes nos planos analisados e de servir como objeto de discussão dos resultados.

	diferentes hipóteses para o problema.
3.2. Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema	Ao discutir as hipóteses também será possível verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, mas isso também poderá ser feito por meio de questionários, textos ou outras técnicas de sondagem de conhecimentos.
3.3. Elaborar representações dos conhecimentos prévios dos alunos para uso didático	Categorizar os diferentes tipos de conhecimento prévio poderá ser útil para organizar o nível e a sequência de atividades, por isso é importante não apenas sondá-los, mas também categorizá-los sistematicamente.
3.4. Imaginar designs experimentais para testar hipóteses	O professor pode pôr em discussão e ajudar os alunos a imaginar possíveis formas de testar hipóteses, fazendo perceber a importância de obter evidências empíricas para sustentar de forma mais consistente as hipóteses aventadas na turma.
3.5. Contrastar conhecimentos prévios com eventuais episódios da História da Ciência	Há algumas propostas de ensino que fazem uso de controvérsias históricas para estimular os alunos e mostrar como aconteceu o desenvolvimento de certas teorias científicas importantes, e o quanto algumas das antigas teorias aceitas tinham semelhanças com eventuais conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes.
<b>4. Execução das atividades</b>	
4.1. Fornecer instruções do que deve ser feito.	Explicitar de forma clara e objetiva as instruções a respeito do que os estudantes devem fazer em cada uma das tarefas e/ou etapas da(s) aula(s).
4.2. Estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias.	Ter habilidade de encorajar os estudantes tímidos a se manifestar e gerenciar adequadamente o ímpeto de estudantes extrovertidos em manifestar suas opiniões, mantendo harmonia e respeito mútuos necessários nessas ocasiões.
4.3. Fazer com que os alunos deem a priori um significado favorável à experiência didática.	Na medida do possível, manter os estudantes em atividades que os estimule a pensar, propor opiniões e contra argumentar de maneira lógica e civilizada, evitando que atuem como meros receptores e memorizadores de informações.
4.4. Adaptar, continuamente e on-line as atividades às respostas concretas dos estudantes.	Ter habilidade para ajustar tempo, incluir ou excluir atividades previamente programadas, em função de comportamento da turma. Uma vez que sempre é possível que os alunos resolvam rapidamente problemas que no planejamento pareciam levar mais tempo de realização ou vice-versa.
4.5. Flexibilizar metas de aprendizagem de acordo com o progresso e/ou dificuldades dos estudantes	Em função dos resultados e comportamentos reais dos estudantes durante as atividades, o professor poderá flexibilizar (para mais ou para menos) as metas de aprendizagem inicialmente propostas.
4.6. Estimular os estudantes a regular sua própria aprendizagem	Dando exemplos de estratégias metacognitivas e oportunidades para que os alunos as adquiram e desenvolvam (antecipação de metas, auto avaliação, seleção e uso de diferentes estratégias de resolução de problemas etc.)
4.7. Dar autonomia de escolha aos estudantes	Dar oportunidades para que os estudantes decidam a respeito de certos aspectos a serem objeto de estudo: formulação de questões e/ou hipóteses de trabalho, montagem de aparatos experimentais, fontes de pesquisa, formas de apresentação de resultados etc.
<b>5. Avaliação</b>	
5.1. Produzir sínteses a respeito da aprendizagem dos estudantes	Apontamentos feitos pelos próprios docentes para ajudá-los a avaliar eventuais progressos de aprendizagem dos alunos: anotações e/ou diários de bordos, mapas conceituais, quadros sinópticos etc.
5.2. Propor e discutir critérios de avaliação coerentes com a natureza das atividades propostas e com as metas de aprendizagem pré-estabelecidas	Expor claramente para os estudantes objetivos das atividades propostas, os instrumentos de avaliação e os critérios que serão utilizados em cada um deles, fazendo com que tenham consciência do que efetivamente devem aprender e assim elaborar suas tarefas e se auto avaliar melhor.
5.3. Fornecer <i>feedbacks</i>	Comentar respostas, esclarecer dúvidas, orientar a execução de tarefas e explicitar pontos positivos e negativos sobre comportamentos, ideias ou produções dos estudantes é essencial para ajudá-los a adquirir e praticar habilidades visadas e atingir os objetivos propostos.
5.4. Estimular e orientar a	Usar esse tipo de representação gráfica, em geral, ajuda os estudantes a ter

produção de sínteses do que foi aprendido (esquemas, memórias, mapas conceituais, infográficos etc.)	uma compreensão global e integrada do assunto além de ajudá-los também a adquirir e praticar estratégias metacognitivas.
--	--

**Fonte:** Elaborado pela autora.

### 3.3 Participantes da pesquisa e coleta de dados

Os dados foram coletados junto a uma turma de discentes recém ingressantes em um curso de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado) da Universidade Federal do Pará, *campus* Belém, durante a realização de uma disciplina do curso, cuja autora da pesquisa e o docente da disciplina explicaram os objetivos, o tipo de dado a ser coletado e solicitaram colaboração dos que tivessem interesse em participar. Dezoito (18) dos vinte e dois (22) discentes da turma aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, assinaram um termo de compromisso livre e esclarecido, e durante uma aula elaboraram as sequencias didáticas solicitadas.

Como será mostrado com mais detalhes nos resultados, os voluntários são professores e professoras que atuam em diferentes níveis, séries e disciplinas da educação básica, graduados em diferentes cursos de licenciatura, com idades que variam de 24 a 48 anos.

Os dados foram coletados em duas sessões, ambas realizadas nos 60 minutos finais de aulas da respectiva disciplina. Na primeira sessão a autora da pesquisa e o docente da disciplina explicaram os objetivos, intenções da pesquisa e as tarefas que seriam solicitadas aos participantes, deixando-os a vontade para participar ou não. Então, primeiramente foi solicitado a elaboração da sequência didática, objeto de análise do PAHD. Na ocasião os participantes tiveram 60 minutos para elaborar individualmente a proposta por escrito em uma folha de papel almaço fornecida para cada um. O comando da tarefa de elaboração da sequência didática (ver tópico 3.2.2) foi escrito no quadro. Uma semana depois os participantes foram instruídos a usar os computadores do laboratório de informática do curso para responder as 28 questões do TOSLS (ver anexo), disponível *online* na plataforma *Googleforms*, tendo até o final da aula (60 minutos) para finalizar o teste.

### 3.4 Análise de dados

Como é possível perceber, basicamente foram coletados dados qualitativos (planos de aula manuscritos pelos professores participantes) e dados quantitativos (escores totais e parciais de habilidades específicas do TOSLS). Ou seja, essa pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa do tipo métodos mistos (CRESWELL e CLARK, 2013)

Os dados qualitativos, depois de devidamente transcritos e, mediante análise de conteúdo (BARDIN, 2004) e com auxílio do software MAXQDA 2020, foram tabulados em categorias baseadas na literatura sobre e/ou em eventuais categorias que emergiram durante a análise dos referidos dados (*a posteriori*). Após passarem por essa categorização, além de fornecer elementos para descrições qualitativas de ocorrências ou não de determinadas habilidades docentes, também foi possível quantificar determinadas ocorrências e utilizá-las como índices a serem tratados com as ferramentas de análise quantitativa.

O *software* Jamovi (versão 2.2.5) foi utilizado para analisar os dados quantitativos. Primeiramente foram efetuadas estatísticas descritivas de frequências, médias e variância, para analisar a ocorrência e cruzamento de diferentes informações referentes aos dados (escores totais e parciais do TOSLS), para tornar possível a observação de possíveis relações existentes entre variáveis de pesquisa expressas em tabelas de frequência simples e de cruzamento de dados. Também foi produzida uma matriz de correlação para avaliar a existência de variáveis correlacionadas entre escores totais e escores parciais do TOSLS e PAHD.

A discussão dos resultados procurou fazer uma triangulação de dados de natureza qualitativa com os resultados das análises estatísticas, a fim de tornar mais robustas eventuais evidências para determinadas hipóteses que emergiram das análises dos dados. O intuito foi aumentar consistência e confiabilidade da categorização interpretativa das respostas e condutas dos sujeitos entrevistados. Buscou-se fazer uso do que Creswell e Clark (2013) denominam de pesquisa de métodos mistos, ou seja, analisar o conjunto de informações coletadas procurando fazer inferências qualitativas a partir de dados quantitativos (e vice-versa).

Questões como: existe alguma correlação significativa entre habilidades didáticas e letramento científico? Como cada habilidade didática e grau de letramento científico variam em cada subgrupo dos participantes investigados? Quais habilidades parecem ser as menos desenvolvidas? Há correlação entre letramento científico com alguma habilidade didática em especial? Serviram de base para as análises propostas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por questões de organização, a apresentação e discussão dos resultados foi dividida em diferentes seções. Logo após uma breve apresentação do perfil dos participantes da pesquisa, são apresentados os resultados da análise de conteúdo das sequências didáticas, feita mediante o uso do PAHD, discutindo aspectos relacionados a cada uma das habilidades em pauta. Em seguida, são averiguados os resultados quantitativos do PAHD, os dados quantitativos de desempenho dos participantes no TOSLS e, finalmente, os resultados dos testes estatísticos de correlação entre escores do PAHD e TOLS são exibidos.

### 4.1 Perfil dos participantes

**Tabela 1** - Perfil dos participantes da pesquisa

#	Código	Idade	Sexo	Graduação	Nível de atuação docente
01	PED01AI	30 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
02	QUI01EM	25 anos	M	Química Lic.	Ensino Médio
03	BIO01AF	24 anos	F	Biologia Lic.	Anos finais do Ensino Fundamental
04	BIO02EM	46 anos	F	Biologia Lic.	Ensino Médio
05	INT01AI	25 anos	F	Integrada Lic.	Anos iniciais do Ensino Fundamental
06	BIO03AF	49 anos	M	Biologia Lic.	Anos finais do Ensino Fundamental
07	PED02EI	33 anos	F	Pedagogia	Educação Infantil do Ensino Fundamental
08	PED03AI	39 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
09	PED04AI	40 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
10	FIS01EM	48 anos	F	Física Lic.	Ensino Médio
11	BIO04AF	25 anos	F	Biologia Lic.	Anos finais do Ensino Fundamental
12	PED05AI	42 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
13	BIO05EM	38 anos	F	Biologia Lic.	Ensino Médio
14	INT02AI	29 anos	F	Integrada Lic.	Anos iniciais do Ensino Fundamental
15	PED06AI	25 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
16	PED07AI	32 anos	F	Pedagogia	Anos iniciais do Ensino Fundamental
17	QUI02EM	36 anos	M	Química Lic.	Ensino Médio
18	BIO06AF	36 anos	F	Biologia Lic.	Anos finais do Ensino Fundamental

**Fonte:** Elaborado pela autora

Os dados da Tabela 1 mostram que a maioria dos professores que participaram da sondagem são do sexo feminino (14; 77,7%) e tem mais de 30 anos de idade (12; 66,6%). Há docentes que atuam em diferentes níveis da Educação Básica: Educação infantil (1; 5,5%); Anos iniciais do ensino fundamental (8; 44,4%), Anos finais do ensino fundamental (4; 22,2%) e Ensino médio (5; 27,7%); e de diferentes cursos de licenciatura: Pedagogia (7; 38,8%), Biologia (6; 33,3%), Licenciatura Integrada (2; 11,1%), Química (2; 11,1%) e Física (1; 5,5%).



## 4.2 Análise dos dados qualitativos do PAHD

Para tentar explorar a pertinência e potencial de cada uma das supostas habilidades didáticas colocadas em análise, a seguir, são apresentados e discutidos os quadros de categorização das respectivas habilidades didáticas que compõe o PAHD. Na medida do possível, os resultados de cada habilidade discutida são contrastados com resultados de outras pesquisas educacionais a respeito de cada uma das habilidades em questão.

**Tabela 2** - Excertos da habilidade de *Articular atividades com planejamento de longo prazo*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 1$ )
Planejamento/ Articular atividades com planejamentos de longo prazo	Ressalta-se que essa sequência didática fará parte de um projeto maior sobre o lixo na escola, que pode ser amplamente debatido com as crianças, emergindo em outras sequências que trabalhada de modo lúdico incorporem as interações e brincadeiras nas vivências estimulando suas diferentes linguagens (PED02EI, §16)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Embora o comando da atividade proposta (elaborar uma sequência didática para ser posta em prática em uma escola ideal) propositalmente não fizesse menção a eventual necessidade dos participantes elaborarem sequências didáticas que estivessem inseridas em um planejamento de longo prazo e não restritas apenas a um conjunto de aulas isoladas, a habilidade de prever ações didáticas que tenham metas a longo prazo é essencial para que tais ações façam mais sentido para os estudantes (VILLANI, 1991) e assim facilitem tanto a compreensão de informações apresentadas quanto o desenvolvimento de habilidades intelectuais visadas em diretrizes curriculares. Estudos como o de Koni e Krull (2018) mostraram que a preocupação com planejamento de longo prazo é uma peculiaridade que diferencia professores experientes de novatos.

Muitos pesquisadores da área de ensino destacam a importância do planejamento de médio e longo prazo como competência profissional básica de educadores (VILLANI, 1991; SACRISTAN, 1998; VILLANI, PACCA, 1997; AGUIAR JUNIOR, 2005), uma vez que “tanto o ensino quanto seu planejamento são concebidos para potencializar a ação dos estudantes enquanto sujeitos da aprendizagem” (AGUIAR JUNIOR, 2005 p. 4). Por outro lado, estudos recentes, como os de Sá, Quadros, Mortimer, Silva e Talim (2017), apontam que, para muitos professores, o planejamento das aulas ainda é encarado como uma atividade que mais se assemelha à sequenciação de conteúdos do que com o estabelecimento de um passo a passo para alcançar certos objetivos de aprendizagem.

Segundo Aguiar Junior (2005), para superar tal problema, é mais adequado usar a metáfora que “ensinar é assinalar caminhos para a aprendizagem”, uma vez que, dessa forma,

é mais provável que professores se habituem a traçar metas a longo prazo, deixem de lado hábitos de planejamento como mera seleção dos conteúdos e passem considerar e se preocupar também com as diferentes estratégias de ensino que poderão ser utilizadas em sala de aula ao longo do ano. Dessa forma, segundo Aguiar Junior (2005), a seleção de conteúdos e estratégias mais adequadas para cada aula é determinada, geralmente, pelos objetivos que o professor estabeleceu em seu planejamento.

Como pode ser visto na Tabela 2, dentre as sequências didáticas apresentadas pelos participantes, apenas a proposta da professora PED02EI, que curiosamente é a única que atua em turmas de educação infantil, apresentou explicitamente essa preocupação, ao mencionar que as atividades previstas fariam “parte de um projeto maior sobre lixo na escola”. Não foi possível identificar, mesmo que implicitamente, essa preocupação nos planos de aula dos demais participantes.

**Tabela 3** - Excertos da habilidade de *Explorar aspectos CTS*

<b>Habilidades didáticas Trechos categorizados como indícios (<math>x_i = 4</math>)</b>	
Planejamento/ Explorar aspectos CTS	<p>Quarta Estação estudará sobre as implicações no clima e relação do Ciclo da Água com essas mudanças. Estudando aspectos referentes aos problemas ambientais de nossa região como o desmatamento, queimadas e o avanço da pecuária (INT01AI: §12)</p> <p>Nesse contexto, essas questões dentre elas a produção de lixo seu descarte de modo incorreto nas cidades configura-se em uma realidade presente na vida de nossos alunos dentre eles as crianças da educação infantil e, portanto, devem ser abordados nas escolas já nessa fase da educação, para que desde da infância as crianças possam participar de ensino de ciências voltado para a formação cidadã (PED02EI, §7)</p> <p>Na sala de aula nos deparamos com diversas situações relacionadas a questões ambientais que precisam ser trabalhadas, para que os alunos tenham posturas voltadas para o bem comum do espaço escolar, higiene e limpeza e se conscientizem que pequenas atitudes são imprescindíveis para a preservação do meio ambiente (PED04AI: §2)</p> <p>E o grupo 4 pesquisou sobre alternativas do que fazer para amenizar o consumo desenfreado, e os impactos no ambiente e em nossa saúde, (produtos, biodegradáveis), assolam, sabão ipê, canudo de vidro, reciclagem, contaminação [...] fizeram um temário para experiência sobre a contaminação do lençol freático. A experiência com a água e óleo. Falaram do lixo e do chorume (PED05AI §11)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

Pesquisadores da área de Educação em Ciências de diferentes abordagens teórico-metodológicas concordam que o processo de ensino-aprendizagem de ciências não pode ser reduzido ao ensino de conceitos científicos (NOVAK; GOWIN, 1984; GIL-PEREZ; GUIASOLA et al., 2005). Há necessidade de discussão e compreensão de diferentes aspectos CTS, uma vez que os impactos advindos do desenvolvimento da ciência e

tecnologia trazem consequências irreversíveis, que podem e devem ser discutidas no ambiente escolar (GIL-PEREZ; VILCHES, 2005).

Segundo Barbosa (2016), por meio de concepções e práticas de Educação CTS, pode-se apresentar a Ciência como algo presente em nosso cotidiano, discutindo suas implicações sociais, econômicas, políticas e culturais, úteis e necessárias para a formação para a cidadania. Nesse sentido é essencial que a inserção de aspectos CTS motive os estudantes a analisar criticamente os valores implícitos e compreender os aspectos axiológicos de todo esse processo.

Para autores do campo da Educação CTS, como Euler e Delizoicov (2006), tal enfoque pode contribuir de maneira significativa para o processo de formação humana e cidadã, uma vez que os estudantes podem ser estimulados a buscar e discutir diferentes perspectivas sobre determinados conhecimentos de Ciência, mostrando-lhes a necessidade de tomada de posição, engajamento em prol da defesa de ações de sustentabilidade ambiental, mitigação de desigualdades e construção de uma cultura de participação democrática e cidadã.

Segundo Santos e Schnetzler (2010), mesmo que ainda não haja consenso a respeito de como exatamente desenvolver atividades desse tipo nos diferentes níveis de ensino, o enfoque das inter-relações CTS pode contribuir decisivamente para promover um ensino contextualizado e estimulante para os estudantes, pondo em debate não somente eventuais benefícios de certos avanços científico-tecnológicos para as sociedades, mas, sobretudo, as consequências negativas desses avanços. Impactos ambientais, consumismo desenfreado, uso do aparato científico e tecnológico para a destruição e a conquista de mais poder por parte de algumas nações, são alguns exemplos de consequências socialmente perversas que têm sido acarretadas pelo desenvolvimento C&T de alguns países.

Embora o enfoque CTS tenha se difundido bastante em pesquisas na área de Educação em Ciências, em discursos de autoridades educacionais e até mesmo possam ser vistos implicitamente em diretrizes curriculares nacionais (CORTEZ; DEL PINO, 2017), aulas com enfoque CTS ainda são pouco utilizadas na educação básica e até mesmo em cursos de formação de professores de Ciências (AULER; DELIZOICOV, 2006). Uma pesquisa desenvolvida por Anjos e Carbo (2019), que utilizou a observação não-participante e análise textual discursiva de aulas de seis professores de Ciências em turmas do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, demonstrou a ausência de práticas conduzidas por meio da contextualização ou problematização profundas sobre relações CTS. Segundo os autores, na maior parte das vezes, tenta-se apenas camuflar o ensino tradicional com simulacros de um

ensino progressista. Componentes intrínsecos à abordagem CTS são quase inexistentes. Mesmo que os docentes se preocupem em utilizar recursos como aparelhos multimídias, aulas práticas e experimentais, ainda predominam aspectos intimamente ligados ao ensino tradicional, com aulas expositivas descontextualizadas e pouco dialógicas, o que impede a formação crítica dos estudantes.

A menção de aspectos CTS nas sequencias didáticas de apenas quatro professoras participantes deste estudo (4; 22,2%, ver Tabela 3) parece corroborar as conclusões de Anjos e Carbo (2019). Obviamente é necessário considerar que ainda há sempre a possibilidade dos professores não manifestarem por escrito suas preocupações e, na prática, realizar atividades de natureza CTS.

A ocorrência relativamente alta da habilidade de *definir metas específicas para cada aula ou sequência didática*, demonstrada pelos participantes da amostra (13, 72,2%, ver tabela 4) tem a ver com uma longa tradição de estabelecer objetivos educacionais que se popularizou em meados do Século XX e continuou influente desde então, mesmo que tenha passado por algumas mudanças ao longo do tempo.

As origens do uso de objetivos de aprendizagem remontam dos modelos de *design* instrucional produzidos na época da Segunda Guerra Mundial (DICK, 1987). Durante a guerra, um grande número de psicólogos e educadores foram convocados para conduzir pesquisas e desenvolver materiais de treinamento para os serviços militares. Desde então, pesquisadores tais como Robert Gagné, Leslie Briggs e John Flanagan exerceram forte influência no padrão de elaboração de materiais de treinamento, baseando-os em princípios instrutivos derivados de pesquisas e teorias sobre instrução, aprendizagem e comportamento humano da época (SAETTLER, 2004).

Em meados dos anos 1950 a chamada instrução programada proposta por Skinner (1954) e seus colaboradores teve uma grande repercussão no meio educacional, defendendo, entre outras coisas, a divisão do processo instrucional em pequenas etapas, o aumento da frequência de uso de perguntas e testes, fornecimento de *feedback* imediato como reforço (positivo ou negativo) e a possibilidade de que cada um dos diferentes alunos progredisse em seu próprio ritmo de aprendizagem. O próprio Skinner e outros psicólogos da época passaram a chamar tal abordagem de tecnologia ensino (ou tecnologia instrucional). Uma peculiaridade desses materiais era a apresentação dos chamados objetivos específicos, como a expressão exata do comportamento que deveria se esperar dos alunos, após terem sido devidamente instruídos.

Tabela 4 - Excertos da habilidade de *Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 13$ )
Planejamento/ Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática	<p>[...] desenvolver compreensão acerca das diversas formas de poluição, considerando o papel do homem como agente transformador (PED01AI, § 3)</p> <p>[...] o objetivo principal da atividade seria a utilização de conceitos científicos aprendidos durante o ensino médio, nas disciplinas de ciências naturais para a identificação, classificação, argumentação e proposta de intervenção frente a uma possível situação social (QUI01EM, §3)</p> <p>Esta sequência didática sobre biotecnologia clonagem está direcionada as turmas de 8° ano do ensino fundamental, com os objetivos de fazer com que os alunos compreendam o processo e aplicações e ainda fomentar uma discussão sobre o tema controverso (BIO01AF, §2)</p> <p>[...] tendo como objetivos que nossos alunos sejam capazes de identificar tipos de plantas, as estruturas que as compõem, suas funções para a manutenção da espécie, bem como sua importância na vida do homem e do meio ambiente (BIO02EM, §5)</p> <p>[...] ensinar o conteúdo ciclo hidrológico que se encontra na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2015), na unidade temática Matéria e Energia, referente ao quinto ano do ensino fundamental, que tem como objetivo que os educandos, identifiquem, selecionem, apliquem e construam conhecimentos e habilidades sobre a importância e as consequências desse fenômeno em nossa realidade, compreendendo os aspectos ambientais, sociais e político-econômicos de nossa sociedade (INT01AI, §4)</p> <p>[...] fomentar no aluno do 1° ano do Ensino Fundamental habilidades como discutir e compreender as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo são necessários à manutenção da saúde (PED03AI, §4)</p> <p>Compreender como os hábitos de higiene do corpo são importantes e necessários como ação preventiva contra doenças e para a manutenção da saúde e qualidade de vida (PED03AI, §6)</p> <p>Reconhecer a importância do envolvimento individual e coletivo dos cidadãos na defesa do meio ambiente. Refletir sobre hábitos cotidianos em relação ao descarte incorreto de resíduos produzidos na escola (PED04AI, §6)</p> <p>Apresento uma sequência didática cujo objetivo é avaliar a aprendizagem dos discentes do 3° ano do ensino médio em relação ao conteúdo do campo magnético e analisar como eles relacionam estes conteúdos com seu cotidiano (FIS01EM, §9)</p> <p>O objetivo da proposta é discutir o assunto de ondas eletromagnéticas, suas aplicações, bem como a montagem de um espectro eletromagnético pelos estudantes (BIO04AF, §10)</p> <p>Motivar os alunos a se envolverem mais ativamente na construção do conhecimento sobre Energia e suas transformações (BIO05AI, §12)</p> <p>Promover a comunicação entre surdos e ouvintes; Conhecer os sinais voltados ao conteúdo de seres vivos e elementos não vivos; Estabelecer vínculos de conversa entre os participantes surdos e ouvintes, e ampliar o conhecimento dos alunos (PED07AI, §8)</p> <p>[...] examinar a qualidade da água oferecida pela companhia de saneamento do Pará, assim como a existência de outras formas de abastecimento de água, como poços artesianos (QUI02EM, §3)</p> <p>[...] compreender a riqueza e diversidade presente em seu município e nas regiões em torno, uma vez que a flora que se encontra no museu é representativa de boa parte da nossa diversidade (BIO06AF, §4)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

Embora a ideia de objetivos de aprendizagem já tivesse sido proposta, no início do Século XX, por autores tais como Bobbitt (1924) e Charters (1929), seu uso foi popularizado entre os professores início dos anos 1960 por Robert Mager, que reconheceu a dificuldade dos professores em escrever tais objetivos e elaborou um livro que apresentava o passo a passo de como escrever objetivos que expressassem de forma adequada os comportamentos desejados, as condições sob que os tais comportamentos deveriam ser realizados e os critérios pelos quais tais comportamentos deveriam ser avaliados (MAGER. 1962).

Os objetivos comportamentais ganharam novo impulso quando Benjamin Bloom e seus colegas (BLOOM et al., 1956) publicaram a taxonomia dos objetivos educacionais, onde expuseram diferentes tipos de aprendizagens, relacionando-as com os respectivos tipos de objetivos que deveriam ser educacionalmente visados.

Na década de 1980 o uso de objetivos comportamentais e outras práticas que pareciam demasiadamente centrados na transmissão de informações começaram a ser duramente criticados por pesquisadores adeptos a diferentes correntes construtivistas de aprendizagem, que tinham em comum a preocupação de envolver os estudantes na resolução de problemas complexos e realistas, estimulando-os a trabalhar em equipe, a examinar os problemas de diferentes perspectivas, a buscar informações ativamente (e não apenas recebê-las passivamente) e a tomar conhecimento do seu próprio papel no processo de construção do conhecimento (GIL-PEREZ; GUIASOLA et al., 2005).

A tradição e a utilidade prática do uso de objetivos de aprendizagem fizeram com que eles acabassem se consolidando na cultura pedagógica. Embora atualmente a elaboração de objetivos não siga mais os rígidos padrões recomendados por Mager (1962), continuam sendo utilizados em diretrizes curriculares, ementas de cursos e disciplinas, sequências didáticas e outros tipos de planos educativos. Por isso fazem parte do padrão de escrita que tem sido disseminado entre os professores, seja durante os cursos de formação inicial e continuada ou em revistas, livros e *websites* que publicam ideias para realização de aulas.

Apenas quatro participantes (22,22%) demonstraram indícios de preocupação explícita com o *desenvolvimento de aulas coerentes com as capacidades dos estudantes e metas propostas*. Tal habilidade refere-se à capacidade de elaborar e adaptar atividades de acordo com necessidades, aptidões e interesses dos alunos. Tais aspectos são essenciais para a compreensão e troca de ideias e eventuais *feedbacks* sobre o assunto a ser abordado em aula.

**Tabela 5** - Excertos da habilidade de *Planejar o desenvolvimento de aulas coerentes...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 4$ )
Planejamento/ Planejar o desenvolvimento de aulas coerentes com as capacidades dos estudantes e metas propostas	<p>Temos como parte obrigatória dos conteúdos de biologia no ensino médio o estudo do Reino <i>Plantae</i>, excelente oportunidade para familiarizarmos nossos alunos com nossas espécies de plantas e sua importância para o meio ambiente e para nossa sobrevivência (BIO02EM, §4)</p> <p>Vale destacar que a linguagem oral é ainda pouco perceptível em algumas dessas crianças, mas é notada de modo suficiente para ouvir e manifestações de algumas opiniões (PED02EI, §12)</p> <p>Considerando que as atividades serão realizadas em uma turma de 1º ano do Ensino Fundamental, a qual está constituída por crianças com 6 anos de idade, pretende-se realizar uma abordagem lúdica e contextualizada com o cotidiano, de modo a utilizar uma linguagem acessível ao amadurecimento cognitivo das crianças, para que elas consigam construir aprendizagem que possam utilizar em seus contextos de vida, de modo a contemplar os objetivos propostos à realização da referida sequência didática (PED03AI, §5)</p> <p>Assim, a escolha dessa temática e da forma como ela será trabalhada com os alunos leva em consideração que são sujeitos com deficiência intelectual e portanto necessita de estratégia que valorizam suas habilidades de aprendizagem, isso tudo de forma mais prática, em ambientes que os provoquem a articular melhor sua forma de aprender e compreender o mundo (BIO06AF, §7)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

Evidentemente, além de um bom conhecimento de conteúdo científico por parte do professor, tal habilidade tem relação estreita com a sensibilidade do professor a respeito dos conhecimentos cognitivos e afetivos dos estudantes para os quais planeja as atividades.

As peculiaridades de contexto, gênero textual e grau de profundidade de determinado assunto faz com que diferenças de abordagens sejam bem mais acentuadas quando se tratam de conteúdos de ciências naturais. Geelan (2020), por exemplo, assevera que existem importantes diferenças filosóficas e epistemológicas entre explicações genuinamente científicas e explicações de ensino de ciências.

As explicações genuinamente científicas são estritamente caracterizadas por argumentações de teoria e provas – usando termos científicos e modelos analógicos com maior precisão possível. Por outro lado, as explicações de ensino de ciências diferem em rigor, comprimento e detalhe, envolvem graus variados de “explique como é” “e explique por que”, são menos precisos e relacionados a determinadas escolhas discursivas para facilitar o entendimento de crianças e jovens (GEELAN, 2020).

Uma explicação no âmbito da ciência propriamente dita ao explicar, por exemplo, por que a água se expande quando congela, atualmente o faz em termos teóricos vinculados à estrutura da molécula de água e a ligação de pontes de hidrogênio que ocorrem quando a água passa do estado líquido para sólido. Cada elemento dessa explicação é suscetível a novas

explicações mais elaboradas: a forma da molécula é explicada pela teoria de ligações químicas e interações intermoleculares, que se aprofunda em sofisticados modelos matemáticos de onde são abstraídos a geometria e comportamentos dessas interações em diferentes condições de temperatura e pressão. Destarte, o domínio dessas peculiaridades torna-se essencial para decidir o nível adequado de detalhes que deverão ser usados em uma determinada explicação para um determinado público. No caso do fenômeno da água se expandindo quando congela, para atrair a curiosidade e facilitar a compreensão dos alunos, é mais apropriado que a explicação faça uso de visualizações, com modelos analógicos do nível molecular (TREAGUST; HARRISON, 1999).

Tendo consciência e domínio das variações específicas do conteúdo científico, um bom professor ainda terá que desenvolver a habilidade de lidar com uma grande variedade de características contextuais relacionadas aos alunos, a escola, a comunidade, ao currículo, e uma grande profusão de outras influências que determinam as peculiaridades de abordagens de diferentes assuntos.

A existência de tais possibilidade de combinação, de certa forma, corrobora o ponto de vista de que “as melhores práticas” ou “prática exemplar” é um conceito escorregadio. O que constitui a melhor explicação para determinado aluno ou classe em um contexto pode ser bastante inútil para outro aluno ou classe em um contexto diferente. Inclusive, como é mostrado em estudo Guenther, Weingart e Meyer (2018) – com estudantes de diferentes partes da África do Sul – isso pode explicar o fracasso de implementação de determinados projetos educativos de reforma ampla que acabaram exagerando na padronização de aulas e atividades educativas com intuito de torná-las “à prova do professor” (MINTZES; WANDERSEE, 2005).

Apenas seis professores (33,33% dos participantes, ver tabela 6) manifestaram aparente preocupação em *organizar previamente fontes de consulta e referência para os estudantes*. Isso nos parece preocupante, pois um ensino de natureza construtivista, centrado no aluno, requer acesso e manipulação de informações para realizar grande parte das tarefas, o que implica a utilização de tarefas que oportunizem e estimulem a capacidade de entender, acessar, avaliar, usar e gerenciar uma vasta gama de fontes de informação (SANCHEZ, 2017).

Resultados de conferências de lideranças educativas da União Europeia, sintetizados por ALA-MUTKA et al. (2010), por exemplo, recomendam que os objetivos de aprendizagem se concentrem mais sobre habilidades do que no conhecimento, que a aprendizagem seja mais



adaptada às necessidades da vida real, para que os indivíduos fiquem mais ativos e conectados ao seu ambiente. Isso exige que os próprios professores se tornem aprendizes vitalícios.

**Tabela 6** - Excertos da habilidade de *Organizar diferentes fontes de consulta e referências*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 6$ )
Planejamento/ Organizar diferentes fontes de consulta e referências	Disponibiliza-se um texto sobre a temática, cujo devem estar com os parágrafos devidamente numerados (PED01AI, §10)  [...] os vídeos e artigos devem ficar disponível para que todos da turma tenham acesso (BIO01AF, §7)  [...] recursos a serem utilizados durante as atividades, assim como as fontes previamente selecionadas para o estudo das mesmas [...§6] Realizarão leituras em sites indicados e animações no Youtube [...§9] Realizarão o estudo com esquemas e infográficos sobre o Ciclo da Água e reportagens, assim como dados do Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia, previamente selecionadas pelo professor [...§10] Realizarão seu estudo com dados do IMAZON, previamente selecionados pelo professor e sites referentes ao conteúdo [...] (INT01AI, §11)  Aula expositiva com texto tratados da temática dos resíduos - a importância do descarte correto (PED04AI, §11)  Fizemos leitura compartilhada onde cada um lia um trecho e dava a vez ao colega e finalizamos com o exercício do livro (PED05AI, §4)  Discussão Energia limpa x Poluição - Texto sobre Energia Limpa (BIO05AI, §27)

**Fonte:** Elaborado pela autora

O uso de bibliotecas e repositórios digitais, por exemplo, podem facilitar a reutilização do conteúdo digital, permitindo o acesso a uma variedade de fontes e impulsionar a formação de pensamento crítico e a criação de ideias mais complexas, se os estudantes forem encorajados usar tais recursos.

Lidar adequadamente com informações é uma habilidade vital para qualquer cidadão no século XXI, especialmente para profissionais cujo material primário é informação e o conhecimento. Justamente por isso os professores são atores-chave em um contexto social em permanente evolução – característica da nossa atual sociedade da informação.

A Associação Americana de Bibliotecas, através de sua divisão de bibliotecas da faculdade e pesquisa (ALA, 2010, p. 2), assevera que para lidar adequadamente com informações um indivíduo deve ser capaz de:

- Acessar informações de forma eficiente e eficaz.
- Saber como acessar e usá-la eticamente e legalmente.
- Avaliar criticamente informações e suas fontes.
- Incorporar as informações escolhidas em sua base de conhecimento.
- Usar as informações efetivamente para cumprir um objetivo específico.
- Compreender as implicações econômicas, legais e sociais do uso de informação.

Atualmente, a enorme quantidade de informação disponibilizada a todos pode ser considerada deveras promissora, bem como o acesso cada vez mais fácil à ampla quantidade de conhecimento armazenado. Por outro lado, a abundância excessiva de informações torna impossível que um único indivíduo possa digeri-la por completo. Além disso, a qualidade (rigor, validade) de informações disponíveis é muito desigual. Por isso é essencial saber processar e organizar as informações, adotando um ponto de vista crítico sobre sua qualidade. Por tudo isso, muito mais do que aprender a lidar adequadamente com informações, também cabe ao professor o papel de promover a aprendizagem dessas habilidades em seus educandos, buscando incitá-los adquirir as mesmas atitudes e habilidades ao lidar com informações.

Tendo em vista que os professores desempenham um papel fundamental em fornecer aos alunos diversas oportunidades para aprender a usar informações com sabedoria, a Associação Americana de Bibliotecas produziu um documento sobre padrões para a formação de professores que apresentam orientações de como tais profissionais podem dedicar algum tempo para aprender novas informações organização, ferramentas de gerenciamento e formas de apresentar trabalhos acadêmicos e outros gêneros textuais (ALA, 2000).

A crescente proeminência da alfabetização informacional no treinamento de professores foi enfatizada em um estudo realizado por Kovalik et al. (2011), que apresentou os resultados de um inquérito (cobrindo 46 estabelecimentos de ensino superior dos EUA), que relata dados sobre o conhecimento dos professores, a avaliação da inclusão e a alfabetização da informação em programas de treinamento de professores nos Estados Unidos, bem como colaboração entre professores e bibliotecários para ensinar essas habilidades. As lacunas formativas encontradas no referido estudo, reiteram a importância de incluir a alfabetização da informação na formação inicial e continuada de professores.

A Tabela 7 mostra que uma das preocupações principais dos participantes desta pesquisa (15; 83,3%) está relacionado à habilidade de *organizar diferentes recursos e materiais didáticos*. A maior incidência entre todas as habilidades investigadas junto aos participantes desse estudo.

Os três participantes cujas propostas não apresentaram indícios da habilidade de *organizar diferentes recursos e materiais didáticos* (QUI01EM, BIO02EM, INT02AI, ver tabela 7) não parecem compartilhar nenhum traço comum registrado (idade, cursos de graduação ou nível de atuação docente, ver tabela 1). A única semelhança é que os planos

desses professores foram escritos de forma mais lacônica do que as propostas dos demais participantes da pesquisa.

**Tabela 7** - Excertos da habilidade de *Organizar diferentes recursos e materiais didáticos*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 15$ )
Planejamento/ Organizar diferentes recursos e materiais didáticos	<p>A professora explica que os alunos receberão uma cópia do texto com parágrafos numerados e um termômetro da aprendizagem (PED01AI, §12)</p> <p>Após a discussão, a professora poderá utilizar o “quebra cabeça da clonagem” como um exercício de fixação dos processos realizados. O quebra cabeça da clonagem consiste na montagem de uma imagem que representa o processo de clonagem [... §8] Será disponibilizados os materiais para a produção - cartolina, lápis de cor, tinta guache, tesouras e o que for necessário [...] (BIO01AF, §19)</p> <p>A rotação contará com quatro estações abordando o tema Ciclo Hidrológico (INT01AI, §7)</p> <p>Assim antes de iniciar esse processo metodológico primeiro eu gostaria de conhecer as possíveis áreas na localidade que existisse uma trilha, para observar o que do tema ecologia poderia ser explorado nessa região [... §2] durante o trajeto eu despertaria os olhares desses educandos para certos pontos estratégicos que envolvesse a poluição do solo [...] (BIO03AF, §5)</p> <p>Ainda na tentativa desse conhecimento sobre o lixo trabalharemos especificamente com a garrafa plástica vazia de refrigerante, falando quanto tempo o plástico leva para se destruir na natureza (PED02EI, §14)</p> <p>A atividade consiste em levar os alunos ao laboratório da escola, onde poderão ver por meio de microscópios a forma de vários microorganismos, saber que doenças eles podem causar e o que fazer para evitá-los (PED03AI, §25)</p> <p>Recursos didáticos: quadro branco, pincel, computador, data show, pen driver, texto (PED04AI, §7)</p> <p>Uma das ferramentas utilizadas para preencher está lacuna na compreensão de tais fenômenos são as animações computacionais. Que podem ser uma alternativa atrativa para ensinar física. Principalmente diante da sociedade da informação [... §7] Livro didático, caderno p/ anotações, Datashow, computador, pincel e quadro branco [...§22] (FIS01EM)</p> <p>O momento da teorização representa a etapa em que os estudantes utilizarão os recursos disponíveis na escola para pesquisa dos pontos-chaves. Para isso, será necessário computadores com acesso à internet, livros didáticos, folha de papel A4 para impressão, lápis, caneta, cartolina (BIO04AF, §14)</p> <p>[...] solicitamos o apoio e colaboração deles para as futuras solicitações de materiais frisando que valeria ponto para a qualitativa de ciências - avaliação (PED05AI, §6)</p> <p>Algumas pesquisas também enfatizam que aulas fora da escola podem levar os alunos a se sentirem mais interessados pelo conteúdo ministrado, por isso a visita até a Central de Abastecimento de Energia Elétrica da ilha foi uma atividade muito importante para a concretização de todas as leituras/discussões realizadas [...§17] Outras formas de Produção de Energia. Problematização: Filme: "O menino que descobriu o vento", 90 min [...§40] (BIO05AI)</p> <p>Utilizando como recurso livros, jornais, aparelho celulares, vídeos e outros textos</p>

(PED06AI, §11)

Após este momento iremos disponibilizar um jogo da memória que envolva o sinal e a imagem que foi trabalhado no início da aula [... §15] Iremos disponibilizar aos alunos diversos sinais impressos de seres vivos e elementos não vivos citados nas aulas anteriores juntamente com imagens diversas para que os alunos possam fazer a associação do sinal e da imagem, e colar em um papel A4 [... §16] (PED07AI)

Na semana seguinte, preparamos os materiais para serem utilizados na sequência didática (QUI02EM, §19)

[...] vale lembrar que já no agendamento da visita realizamos a solicitação do que exatamente queremos tratar (BIO06AF, §11)

**Fonte:** Elaborado pela autora

A organização prévia de recursos e materiais é uma etapa basilar nas mais diversas atividades laborais. No campo educacional recebeu grande destaque no influente modelo proposto por Tyler (1950), que descreve o planejamento didático em quatro etapas: i) especificação de objetivos comportamentais, ii) escolha de materiais, recursos e atividades apropriadas aos objetivos iii) sequenciamento de atividades de aprendizagem e iv) seleção de procedimentos de avaliação. Tal modelo, por muito tempo, dominou cursos de formação inicial e continuada de professores de todos os níveis de ensino e áreas do conhecimento e, mesmo tendo sido criticado a partir da década de 1980, muitas de suas principais diretrizes permanecem implícitas em materiais didáticos e programas de formação de professores (BURNS, 2017).

A influência implícita do modelo tecnicista de Raph Tyler pode explicar também por que a preocupação em *definir metas específicas para cada aula ou sequencia didática* tenha se manifestado com maior frequência nas propostas dos participantes (ver tabela 4), uma vez que tal etapa também se destaca no referido modelo.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior incidência de indícios da habilidade de *organizar diferentes recursos e materiais didáticos* é a possível influência que livros e manuais didáticos desempenham na determinação do conteúdo e estrutura do assunto e as atividades postas em prática pelos professores (BALL, D; FEIMAN-NEMSER, 1988; CHAPANI, 2008). A revisão de Borko, Livingston e Shavelson (1990) sobre pensamento de professores analisa várias pesquisas que demonstraram a grande influência dos livros didáticos sobre o planejamento de professores, mesmo em situações nas quais a adoção de tais recursos não era obrigatória.

Não obstante, livros e manuais didáticos certamente não são a única influência no processo de seleção organização de materiais, a escolha dos professores é influenciada pelas

normas de avaliação vigentes e moldada por fatores situacionais, incluindo disponibilidade de recursos e suporte administrativo da escola (RYDER; BANNER, 2013).

Por todos os fatores mencionados, é muito provável que a habilidade *organizar diferentes recursos e materiais didáticos* tenha se consolidado como uma rotina entre os participantes da pesquisa. Nesse caso, rotinas são comportamentos interiorizados e automáticos, gerados pelos próprios professores como consequências de sua prática profissional, que liberam espaço de processamento cognitivo, automatizando um subconjunto de tarefas de processamento cognitivo que professores poderiam enfrentar cada vez que necessitem resolver problemas semelhantes (LEINHARDT; WEIDMAN; HAMMOND, 1987). No caso, planejar e implementar aulas e/ou sequências didáticas.

**Tabela 8** - Excertos da habilidade de *Fazer uso de pesquisa e inovação didática* (coerentemente)

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 9$ )
Planejamento/ Fazer uso de pesquisa e inovação didática/ Demonstrar coerência entre pressupostos teóricos e proposta didática	<p>Utiliza-se da teoria de aprendizagem metacognitiva de Flavell 1970, cuja oportuniza o pensar sobre a própria aprendizagem numa perspectiva dialética, pois parte da observação subjetiva para a monitoração coletiva, haja vista que o educando ao interagir com os colegas analisa sobre o que sabe, reflete o comportamento dos colegas e monitora o que precisa aprender (PED01AI, §4)</p> <p>Nessa sequência de atividades poderia ser utilizado um embasamento teórico pautado no estudo de caso e na perspectiva CTS (ciência, tecnologia e sociedade), pois o desenvolvimento e aplicações de fatos reais ou fictícios (baseados na realidade) no ambiente de sala de aula pode facilitar a relação dos conhecimentos científicos com o cotidiano, como também se torna propício o estímulo à uma visão mais cidadã por parte do aluno (QUI01EM, §11)</p> <p>A sequência didática foi elaborada de acordo com os preceitos da teoria de aprendizagem metacognitiva, (Flavell 1979) com o objetivo de incentivar a autonomia e responsabilidade de aprendizagem, com foco no processo e não somente no produto [...§3] Desse modo, a sequência didática proposta segue atividades que corroboram com o aprender a aprender, oportunizando uma autonomia e responsabilidade de aprendizagem sobre o conteúdo clonagem [...§21] (BIO01AF)</p> <p>O presente tema será desenvolvido por meio de uma metodologia ativa usando a abordagem pedagógica de ensino híbrido e o modelo rotação de estações, que visa focar na aprendizagem do aluno e no seu desenvolvimento, assim como de sua autonomia, nessa abordagem o aluno é o centro dentro do processo de construção de conhecimento e o professor adota o papel de facilitador e mediador (BACTCH, TANZI NETO e TREVISANI, 2015) [...§3] Tendo a Educação Ambiental como uma forma de melhor trazer mudanças para o cenário degradante que se encontra hoje a fauna e a flora do nosso país, se faz necessário que os educandos tenham conhecimento sobre o referido tema e os demais aspectos. (BRASIL,2007) [...§4] (INT01AI)</p> <p>[...] articulada com princípios da abordagem CTS, visando um letramento científico e tecnológico para uma formação cidadã. Propõe-se assim, com base no 3 momentos pedagógicos de Delizoicov e Pernambuco (1990, 2002) a sequência didática para abordar o tema lixo (PED02EI, §11)</p> <p>Segundo MORAES E VARELA (2007), "a motivação é energia para a aprendizagem" e "para</p>

o exercício das capacidades gerais do cérebro". Neste sentido, procuramos elaborar um conjunto de atividades que pudessem ser mais interessantes para o aluno, partindo de seus conhecimentos prévios sobre Energia para outros aspectos das transformações de um tipo para outro (BIO05AI, §16)

Acredito que em uma escola ideal seria importante ter uma abordagem multidisciplinar e assim interdisciplinar, o que permitiria ao aluno unir as diversas áreas do conhecimento relacionando com o seu cotidiano influenciando na sua formação como sujeito pensante e atuante, crítico e reflexivo em relação a sociedade como um todo. Trabalhar com aulas temáticas, onde o tema diz respeito a realidade do aluno é uma possibilidade de proporcionar a autonomia deste pela busca do conhecimento [... §2] Tomarei como exemplo um conteúdo de ciências voltado para o 4º ano do ensino fundamental, a água. Para este tema, contaria com o apoio dos mais diversos profissionais não só da escola mais também de outras áreas [...§6] (INT02AI)

Vivemos na era da comunicação e informação, onde as notícias se espalham instantaneamente, e por vezes deixando as pessoas como meros expectadores. Com isso, é necessário buscar estratégias educacionais para que os alunos não sejam apenas receptores dos conhecimentos, mas passem a ser agentes do seu próprio aprendizado. Para isso, a proposta de atividade é feita baseada nas metodologias ativas que, segundo Berbel, baseiam-se em maneiras de desenvolver o processo de aprendizagem, utilizando experiências reais ou simuladas, visando solucionar os problemas advindos da prática social. Assim, objetivando desenvolver a autonomia do aluno. Sendo assim, a atividade será desenvolvida a partir da metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez, podendo ser desenvolvida em diversas temáticas (PED06AI, §2)

Obs.: para embasar este trabalho iremos utilizar os conhecimentos dos teóricos da língua de sinais como Quadros, Soares e Skliar e outros que trabalham com a questão da linguagem (PED07AI, §19)

**Fonte:** Elaborado pela autora

A capacidade de buscar e manter coerência entre crenças declaradas e nossas efetivas ações e atitudes é uma habilidade essencial não apenas de professores, mas de qualquer cidadão (MORGADO, 2021). Todavia, muitas pessoas não conseguem sequer ter plena consciência de que constantemente contradizem os próprios princípios que elas mesmas afirmam acreditar e defender (BERLINER, et al., 2016). Dessa forma, além, é claro, de um bom domínio do assunto, tal habilidade está diretamente relacionada à capacidade da pessoa refletir sobre e monitorar suas próprias ações, mitigando eventuais contradições discursivas. Alguns estudos já demonstraram o quanto os professores costumam entrar em contradição quando tentam justificar algumas de suas práticas (MINASI, 2008) e o quanto bons professores procuram manter a coerência entre suas escolhas teóricas e suas práticas (SCARINCI; PACCA, 2015).

A categorização dos trechos relacionados nas tabelas 8 e 9 foi uma das mais delicadas a serem feitas. Uma vez que a interpretação obrigatoriamente teve que ir além do significado local e imediato dos parágrafos. Exigiu a interpretação dos planos de aula como um todo. Inclusive é importante reiterar que a categoria *‘Mencionar princípios pedagógicos, mas não*

*usá-los de fato*' não se refere a uma habilidade didática, mas foi criada *à posteriori* tendo em vista as ocorrências observadas e, em alguns casos, a ausência delas.

**Tabela 9** - Excertos da habilidade de *Fazer uso de pesquisa e inovação didática* (incoerentemente)

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 4$ )
Planejamento/ Fazer uso de pesquisa e inovação didática/ Mencionar princípios pedagógicos, mas não usá- los de fato <sup>4</sup>	<p>Para isso lançamos mão da investigação, valorizando e incentivando esse processo como prática de ensino, pretendermos que a aprendizagem por investigação, quer em espaços formais e não formais (BIO02EM, §6)</p> <p>A sequência didática será baseada na aprendizagem baseada em projeto, o qual é ficado na construção do conhecimento, em que o objetivo é atender a uma curiosidade, um desafio ou um problema. Ao utilizá-la desenvolve-se a exploração do contexto, das ideias a partir da interação entre os pares (FIS01EM, §10)</p> <p>Diante deste cenário, torna-se importante o professor fazer o uso de novas metodologias de ensino/aprendizagem que objetivam a promoção da autonomia dos estudantes. Assim propõe o uso da Metodologia da Problematização (Berbel, 2011), Com base no Arco de Magueréz (Bornevar e Pereira, 1994) (BIO04AF, §6)</p> <p>Tendo em vista os passos para a investigação científica: Observação, hipótese e método de pesquisa (QUI02EM, §16)</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Os nove professores (50% dos participantes, ver tabela 8) cujos trechos de seus planos de aula foram categorizados como indícios dessa habilidade, apresentaram passos ou tarefas coerentes com os respectivos princípios didáticos mencionados no escopo de seus respectivos planos de aula. Vejamos, por exemplo, o excerto da professora PED01AI:

Utiliza-se da teoria de aprendizagem metacognitiva de Flavell 1970, cuja oportuniza o pensar sobre a própria aprendizagem numa perspectiva dialética, pois parte da observação subjetiva para a monitoração coletiva, haja vista que o educando ao interagir com os colegas analisa sobre o que sabe, reflete o comportamento dos colegas e monitora o que precisa aprender (PED01AI, §4)

No plano de aula apresentado pela referida professora é possível ver instruções de tarefas que aparentemente estão de acordo com as abordagens didáticas recomendadas por diversos adeptos do uso de estratégias de ensino de natureza metacognitiva para ensinar Ciências para estudantes de turmas dos anos iniciais do ensino fundamental, tais como:

[...] propõe-se questionamentos do tipo: O que é Poluição? [...] (PED01AI, §5).

Tudo deve ser anotado e gravado a fim de posterior *feedback* (PED01AI, §6).

<sup>4</sup> Categoria criada *a posteriori*, para garantir a exaustividade dos dados analisados, mas não pode ser considerada uma habilidade didática.

Peça que algumas duplas se habilitem a explicar o que sinalizaram como difícil a partir de suas pesquisas (PED01AI, §14).

[...] converse sobre o que eles mudariam ou complementariam, peça que registrem em um papel [...] (PED01AI, §18).

A nosso ver, algo semelhante ocorreu com os demais oito participantes que mencionaram referenciais teóricos em seus respectivos planos (ver tabela 8). Por outro lado, metade dos participantes não demonstrou indícios dessa habilidade. Cinco participantes simplesmente não fizeram menção a nenhum referencial teórico educativo.

Quatro professores (22,2%, ver tabela 9), mencionaram *slogans* educacionais como “aprendizagem por investigação”, “metodologia de projetos”, “metodologia da problematização” e “passos para a investigação científica”. Entretanto, uma análise global de suas respectivas sequências didáticas não revelou indícios de instruções de tarefas ou atividades que efetivamente estivessem relacionadas a algum referencial teórico associado a tais *slogans*. O que nos leva a supor que, no primeiro caso, professores simplesmente não o levaram em consideração qualquer referencial na hora de compor suas aulas e, no segundo caso, os referidos participantes não dominam apropriadamente o referencial teórico mencionado.

**Tabela 10** - Excertos da habilidade de *Saber e ensinar o uso de TICs para buscar informações...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 5$ )
Planejamento/ Saber e ensinar o uso de TICs para buscar informações e produzir sínteses	Após esse momento, a turma deve ser direcionada a sala de informática e serão solicitadas a pesquisar e selecionar vídeos e artigos que discutam o tema para serem utilizados na próxima aula (BIO01AF, §5)
	Realizarão leituras em sites indicados e animações no Youtube [§9] Como sistematização das atividades o grupo deverá construir um vídeo usando o aplicativo Vídeo Show (INT01AI, § 12)
	Após essa primeira sequência nós iríamos assistir um vídeo curto sobre poluição do solo e suas consequências (BIO03AF, §3)
	Um vídeo com o tema será exibido em datashow: Vídeo Higiene e Saúde - YouTube (PED03AI, §19)
	Uma das ferramentas utilizadas para preencher está lacuna na compreensão de tais fenômenos são as animações computacionais. Que podem ser uma alternativa atrativa para ensinar física. Principalmente diante da sociedade da informação [...]§7] A aula com recurso de animações será ministrada (FIS01EM, §30)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Outro dado preocupante refere-se a baixa ocorrência de menções ao uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) nas tarefas propostas pelos participantes. Apenas cinco (27,7%, ver tabela 10) mencionaram a utilização de tais recursos. Seria possível argumentar



que os professores não apresentaram a utilização de TICs por falta de infraestrutura nas escolas onde atuam. Todavia, o comando da atividade mencionava explicitamente que a aula seria aplicada em uma “escola ideal” com tudo o que professor quisesse para realizar suas aulas. Isso corrobora a suposição de que a escassez de menções ao uso de TICs pode ser um indício de que a maioria dos participantes efetivamente não possui tais habilidades.

Existe uma grande preocupação, refletida na literatura de pesquisa educacional, em relação ao nível de competência que as pessoas possuem no uso de TICs (HADZIRISTIC, 2017; SPIRES; PAUL; KERKHOFF, 2019). Um interesse especial tem recaído sobre a necessidade de conhecer e melhorar os níveis de competência no uso das TICs de professores de diferentes níveis educacionais (FREITAS, 2010; NG, 2011; PERONA, PORTOLÉS; LOPES, 2015; ANISIMOVA, 2020).

Na atualidade as TICs são elementos essenciais, estratégicos e inovadores na chamada sociedade do conhecimento, na qual nos encontramos imersos. Desde a década de 1990, a proliferação e uso de novas tecnologias para disseminar informações e estabelecer novos ambientes de aprendizagem é cada vez mais difundida. Desde então, segundo Freitas (2010), novos conceitos de ferramentas, suportes e canais para o tratamento e acesso à informação estão tendo um grande impacto em empresas, instituições e pessoas.

O surgimento de novas tecnologias de informação e comunicação, mais especificamente o uso da Internet através de computadores e *smartphones*, ampliaram o horizonte da educação e estão alterando a forma e o ritmo de aquisição e utilização de informações, afetando os alicerces do modelo de ensino ainda vigente e, conseqüentemente, provocando uma transformação dos sistemas educacionais (AGUIAR; LLORENTE, 2008).

Desta forma, o desafio atual é mudar a estrutura educacional para formar pessoas com a capacidade de buscar informações na Internet, ensiná-las a processar, sintetizar e explorar o imenso mundo de conhecimento que agora temos à nossa disposição (HADZIRISTIC, 2017).

Autores como Spires, Paul e Kerkhoff (2019) acreditam que as TICs são meios interessantes para introduzir pedagogias alternativas na escola e ainda serem usadas como instrumentos inovadores da educação ao longo da vida das pessoas. Todavia, as mudanças provocadas pelas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem implicam em revisões e atualizações nos papéis de professores e alunos, bem como em novas atitudes e novas abordagens metodológicas, para que o aluno seja protagonista do seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Nesse caso, o professor será o mediador e guia desse processo,

alicerçado, sobretudo, na concepção, estrutura, gestão e avaliação do processo de ensino-aprendizagem de informações e habilidades (SPIRES; PAUL; KERKHOFF, 2019).

Nesse sentido, o professor necessitará adquirir, desenvolver e atualizar competências que lhe permitam escolher de forma mais razoável os métodos e tecnologias mais adequados para os seus alunos e, claro, conhecimentos tecnológicos mais alinhados com o contexto e necessidades deles (ANISIMOVA, 2020).

Recentemente, com base em uma ampla revisão da literatura sobre o assunto, a UNESCO publicou um volume, com o mapeamento de recursos de educação digital disponíveis e exemplos de implementação de iniciativas de educação digital em todo o mundo. Tal documento tem o objetivo de estimular o uso sábio, inovador e ético da tecnologia digital na educação como uma nova dimensão para alcançar o *ODS 4 - educação de qualidade inclusiva e equitativa e oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos* (GARZA et al., 2019).

Obviamente as TICs não podem ser utilizadas como uma panaceia educacional. Os professores tem que ter consciência de que se por um lado as tecnologias estão dando uma contribuição decisiva para o desenvolvimento econômico, por outro está gerando uma modificação dos perfis profissionais em muitas áreas de trabalho com novos requisitos de qualificação, formação e competências profissionais que acabam por incorrer no aumento das desigualdades sociais. A algum tempo o chamado analfabetismo digital está se tornando um sério problema de diferenciação entre as pessoas (FANTIN; GIRARDELLO, 2009).

Outro problema que o professor deve ter em mente é que uso particular da Internet como fonte de informação costuma sobrecarregar qualquer pessoa, tendo em conta que a qualidade dos materiais acessíveis é muito variável. Em vista disso, a mera disponibilidade da informação não é suficiente para garantir a adequada alfabetização científica e digital dos educandos. Conseqüentemente, a habilidade de uso de TICs inclui, além do domínio de uso de diferentes *softwares* e fontes de informação, a importante capacidade do professor saber e ensinar os alunos como checar a qualidade e veracidade das informações disponíveis na rede mundial de computadores.

**Tabela 11** - Excertos da habilidade de *Elaborar e apresentar questões problemas estimulantes...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 5$ )
Prelúdio/ Elaborar e apresentar questões problemas estimulantes e pertinentes	<p>Roda de conversa sobre a temática abordada. Propõe-se questionamentos do tipo: O que é Poluição? Onde vocês observam a Poluição? Quem polui esses lugares observados por vocês? Como pode-se mudar isso? (PED01AI, §7)</p> <p>No primeiro momento será feito uma problematização com a turma acerca dos seus conhecimentos primos sobre o tema: o que sabem sobre, o que já ouviram falar, ou o que já viram em mídias, vídeos, filmes (BIO01AF, §5)</p> <p>Problematização inicial: apresentaremos um vídeo mostrando as implicações que o descarte incorreto do lixo pode causar. No vídeo aparecerão imagens de rio poluído, animais aquáticos ingerindo lixo como plástico, rios de nossa cidade alagados devido ao entupimento de bueiros, etc. (PED02EI, §12)</p> <p>[...] elaboração do problema, pontos-chaves, teorização [...§9] Na segunda etapa (problema) é escolhido um problema aqui pode ser na forma de uma pergunta. Para isso, o professor pode levantar junto a turma alguns questionamentos como: que diferenças existem entre as ondas de rádio, a luz visível e os raios x? Qual a natureza das ondas representadas nestas imagens? São do tipo mecânica ou eletromagnética? Porque não conseguimos enxergar as ondas de rádio e as de raio-x? Estas são apenas algumas sugestões [§12] (BIO04AF)</p> <p>Hipóteses de Solução: nesta etapa os estudantes deverão elaborar soluções para o problema estudado (PED06AI, §8)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

As tabelas 11 e 12 mostram os dados referentes ao que convencionamos chamar de *Prelúdio*, ou seja, o momento de introduzir as aulas/atividades. Curiosamente, embora grande parte dos professores tenham mencionado com bastante frequência a importância de *estimular o interesse dos estudantes pelo assunto* (13; 72,2%), poucos mencionam a apresentação de *questões problemas estimulantes e pertinentes* (5; 27,7%). Inclusive, em alguns participantes, a problematização inicial, e conseqüente apresentação de questões, se apresentou de forma um tanto quanto implícita. Tal como no seguinte trecho, do plano de aula da professora PED02EI:

Problematização inicial: apresentaremos um vídeo mostrando as implicações que o descarte incorreto do lixo pode causar. No vídeo aparecerão imagens de rio poluído, animais aquáticos ingerindo lixo como plástico, rios de nossa cidade alagados devido ao entupimento de bueiros etc. (PED02EI, §12)

Com exceção justamente da professora PED02EI, todos os quatro demais participantes que apresentaram indícios de habilidades relacionadas à proposição de questões problemas estimulantes e pertinentes também figuram entre aqueles que apresentaram preocupação em estimular o interesse dos estudantes pelo assunto.

**Tabela 12** - Excertos da habilidade de *Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 13$ )
Prelúdio/ Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto	<p data-bbox="496 304 1477 398">Roda de conversa sobre a temática abordada. Propõe-se questionamentos do tipo: O que é Poluição? Onde vocês observam a Poluição? Quem polui esses lugares observados por vocês? Como pode-se mudar isso? (PED01AI, §7)</p> <p data-bbox="496 439 1477 689">A atividade proposta seria chamada de júri científico [...§3] O foco da atividade estava voltado para a disciplina Química, e os conceitos que deveriam ser evidenciados seriam: funções inorgânicas, soluções químicas e funções orgânicas. O destaque a esses conceitos deriva da grande aplicação no cotidiano, tanto do ponto de vista econômico como socioambiental [...§4] A proposta se baseia num estudo de caso fictício, onde um garimpeiro ilegal foi levado ao tribunal com a acusação de ser responsável pela morte (por envenenamento) de crianças e idosos, devido a ingestão de água contaminada com substâncias tóxicas provenientes do garimpo ilegal [...§5] (QUI01EM)</p> <p data-bbox="496 730 1477 824">Aqui pode-se utilizar técnicas de gamificação, como competição e bonificação para a equipe que montar o quebra cabeça em menos tempo e explicar corretamente o processo. Isso é importante para a motivação e engajamento da turma (BIO01AF, §16)</p> <p data-bbox="496 864 1477 1048">Assim apresentamos aqui uma aula passeio na reserva ecológica [...§5] optamos por realizar com nossos alunos uma aula passeio, levando-os a ter contato com a natureza, com a prática, ainda que este seja o ambiente natural de nossos alunos, a maioria ribeirinho [...] despertar a curiosidade, desenvolver condições favoráveis e motivadoras de aprendizagem, proporcionando aos alunos, o que nos move a ensinar, buscar por significado no ensino de ciências [...§6] (BIO02EM)</p> <p data-bbox="496 1088 1477 1272">[...] logo após ter feito esse processo, iria para sala de aula e junto com os alunos apresentaria o tema que iríamos estudar e em seguida pediria par que cada um dos alunos escrevesse o que eles entendem por poluição do solo dentro das florestas [...§2] Na aula seguinte através de textos sobre a poluição do solo e com o auxílio de um data show eu proporcionaria uma aula expositiva com alguns tópicos que seriam observados na trilha que logo eles iriam conhecer [...§4] (BIO03AF)</p> <p data-bbox="496 1312 1477 1585">O conteúdo será apresentado por meio de figuras grandes e bem ilustradas, que mostram vários hábitos de higiene: Tomar banho, lavar as mãos, escovar os dentes e outros [...§11] O encerramento desta etapa será feito com música sobre higiene: Bem cheirosinho (YouTube) e pintura de desenhos com ilustrações de hábitos de higiene corporal [...§15] A atividade consiste em uma sessão de contação de histórias (Conto e Reconto). A professora fará uma contação de história (Entendo e personagens serão criados a partir das demandas dos alunos verificados na 1ª atividade da sequência) com fantoches [...§30] (PED03AI)</p> <p data-bbox="496 1626 1477 1720">É comum nos depararmos com os resíduos das madeiras dos lápis apontados pelos alunos, deixados em cima das carteiras ou jogados no chão, papéis espalhados pelo chão da sala, desta forma, o descarte dos resíduos produzidos pelos alunos não e colocado em local adequado como as lixeiras (PED04AI, §3)</p> <p data-bbox="496 1760 1477 2033">O campo magnético é um dos conteúdos da disciplina que requer uma aula diferenciada, pois devido seu alto grau de abstração e de apresentar grande dificuldade de visualização a olho nu, mesmo utilizando experimentos em sala de aula. Além disso é importante o aluno perceber o fenômeno físico estudado para que através dessa percepção ele possa despertar a curiosidade e assim tentar relacionar o conteúdo teórico estudado em sala de aula com seu cotidiano [...§4] Diante das dificuldades apresentadas, como ensinar o conteúdo do campo magnético da disciplina de física de forma que os alunos consigam visualizar o fenômeno e relaciona-los com seu cotidiano? [...§8] (FIS01EM)</p>

[...] o professor irá iniciar a sua proposta de atividades apresentando aos alunos uma série de exemplos de ondas eletromagnéticas como a luz, as micro-ondas, as ondas de rádio e os raios-x. Utilizando-se de figuras e textos. Assim os alunos conseguirão observar dentro de sua realidade o quanto esses tipos de ondas se faz presente. Este é o momento da observação da realidade (BIO04AF, §11)

Ministrar o conteúdo de Energia previsto na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para este ano de forma mais dinâmica e interessante [...§12] APRESENTAÇÃO DE UM DÍNAMO: Aparelho que transforma Energia Mecânica em Energia Elétrica [...§48] Passeio de bicicleta até a Estação de fornecimento de Energia da ilha de Cotijuba [...§52] (BIO05AI)

1. Observação da realidade: nessa primeira etapa a partir do tema abordado, os alunos são orientados pelo professor a identificar as diversas dificuldades que serão problematizadas com o objetivo de sistematizar o problema. 2. Pontos-chave: aqui os alunos irão pensar nas possíveis causas do problema. Sendo um estudo crítico e reflexivo. A partir dessa análise os estudantes precisam sintetizar os pontos principais que deverão ser estudados separadamente [...§5] A escolha da proposta se deu pois o açai é dos alimentos mais consumidos no estado, movimentando bastante a economia [...§10] Para a primeira aula será utilizada uma reportagem de jornal, onde a observação permitirá aos alunos identificar as dificuldades que serão transformadas em problemas [...§12] (PED06AI)

Incluir significa adaptar propostas para que todos, de fato, possam aprender, seja na sua língua ou em outra língua [...§6] Iremos realizar uma roda de conversa na área verde da escola. Usando a língua de sinais e a língua portuguesa como forma de comunicação. Iremos apresentar um vídeo explicativo Ratubim com tradução em libras [...§10] Iremos listar os seres vivos e os elementos que os alunos conhecem a fim de trabalhar a realidade dos alunos, sempre usando sinais para a comunicação. Os alunos irão conhecer através de imagens alguns sinais sobre o tema abordado [...§13] (PED07AI)

Buscando tratar tal temática de um contexto mais regional mostrando para os alunos os aspectos presentes na flora local e suas principais características (BIO06AF, 4)

A maioria dos participantes relatou preocupações de estimular o interesse dos estudantes, sem mencionar a apresentação de questões estimulantes iniciais. Propuseram estimular os alunos através de: *i*) Estratégias de ensino alternativas: júri simulado (QUI01EM), aula passeio (BIO02EM, BIO03AF, BIO05AI), contação de histórias (PED03AI) e roda de conversa em libras (PED07AI); *ii*) Observação da realidade: lixo (PED04AI); ou *iii*) o conteúdo da aula em si: campo magnético (FIS01EM).

Apesar de ser um aspecto educacional intuitivamente essencial, ainda há muito a ser conhecido sobre motivação. Especialistas discordam sobre o que é motivação, o que afeta a motivação, como os processos motivacionais operam, que tipo de motivação tem melhor efeito sobre aprendizagem e desempenho, e como a motivação pode ser melhorada (SCHUNK; MEECE; PINTRICH, 2014). Mesmo assim, pesquisas como as de Harackiewicz, Barron e Elliott (1998) e Tauer e Harackiewicz (2004) demonstraram que isoladamente a motivação é um dos melhores preditores do sucesso acadêmico e profissional.

Basicamente, a motivação estudantil tem a ver com as razões pelas quais os alunos se engajam ou deixam de se envolver em atividades escolares. É uma espécie de ímpeto que os alunos apresentam ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Diz respeito também as razões ou objetivos que subjazem o envolvimento ou a atitude indiferente a certas atividades. Embora os alunos possam ser igualmente motivados para realizar uma tarefa, as fontes de sua motivação podem diferir (SCHUNK; MEECE; PINTRICH, 2014).

Nas aulas de ciências, ou de qualquer outra área, a motivação é um fator chave para promover a efetiva construção do conhecimento e compreensão conceitual da ciência (CAVAS, 2011). Estudos como os de Bryan, Glynn e Kittleson (2011) demonstraram o quanto a motivação para aprender ciência, já nos primeiros anos de escolarização, inspira os alunos a se tornarem futuros cientistas. O mesmo estudo mostrou o quanto aulas motivantes podem ajudar a promover a alfabetização científica de todos os alunos de uma turma.

Particularmente, a habilidade docente de propor *perguntas e/ou problemas estimulantes* tem mostrado um grande potencial educativo em estudos de caso sobre o chamado ensino por investigação (por exemplo, MALHEIRO; DINIZ, 2008; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015). Tais questões podem ter seu nível de importância e interesse incrementados se puderem ser relacionadas a tópicos científicos significativos para os alunos (KRAPP; PRENZEL, 2011) ou aspectos CTS (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016)

Para Schunk, Meece e Pintrich (2014), além da apresentação de questões instigantes, o interesse e motivação dos alunos em aulas de ciências pode ser estimulada por meio de outras diferentes estratégias didáticas, como, por exemplo: i) relacionar objetivos de aprendizagem do assunto a experiências estudantis; ii) sondar e considerar interesses, hobbies e atividades extracurriculares dos estudantes; iii) apresentar instruções e tarefas com humor, experiências pessoais, informações incidentais e anedotas relacionados ao assunto; iv) utilizar perguntas divergentes e atividades *brainstorming*; iv) variar as estratégias de ensino-aprendizagem; v) apoiar a espontaneidade para reforçar o interesse dos alunos; vi) tentar monitorar a projeção vocal, gestos, movimentos corporais, contato visual, e expressões faciais dos alunos para avaliar o grau de entusiasmo durante a realização de tarefas educativas.

Ou seja, existem diferentes técnicas motivacionais que os professores podem e devem adquirir habilidade e experiência em utilizar. Principalmente no que aqui convencionamos chamar de prelúdio da aula: momento que o professor apresenta e problematiza o que vai ser estudado/investigado para estimular os estudantes. Cabe lembrar que a habilidade de *elaborar*

e apresentar questões problemas estimulantes e pertinentes é uma típica marca de ensino do tipo construtivista, onde cativar o aluno a se envolver ativamente em sua aprendizagem é um fator primordial (PÉREZ, GUIASOLA et al., 2005). Por isso, pôr em prática um bom prelúdio pode ter um grande impacto no entusiasmo e engajamento dos estudantes nas atividades que serão apresentadas do decorrer da aula.

**Tabela 13** - Excertos da habilidade de *Guiar a explicitação de hipóteses dos alunos*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 2$ )
Explicitação e discussão de hipóteses/ Guiar a explicitação de hipóteses dos alunos	[...] hipóteses para a solução do problema e aplicação destas hipóteses (BIO04AF, §9) Na quinta aula serão desenvolvidas as Hipóteses de Solução a partir das pesquisas realizadas (PED06AI, §15)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Considerar os conhecimentos prévios dos estudantes para planejar e executar atividades educativas, a algum tempo, se tornou uma espécie de recomendação didática padrão para muitos pesquisadores, professores e técnicos educacionais (MORTIMER, 2002). Essa ideia acabou se tornando central na elaboração de muitos materiais didáticos, currículos e cursos formação de professores de ciências. Talvez por isso, como é possível observar na tabela 14, a preocupação em sondar os conhecimentos dos alunos acabou sendo razoavelmente frequente entre os participantes (12; 66,6%). Por outro lado, a explicitação e discussão de hipóteses, consideradas por muitos pesquisadores da área do ensino de ciência como essencial, foi totalmente negligenciada nas sequências didáticas analisadas (2; 11,1%), como é possível observar na tabela 13.

A importância de considerar os conhecimentos prévios começou a ganhar força com a disseminação dos estudos de Jean Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo de crianças. Foi defendida por diferentes teorias cognitivistas e abordagens educacionais da década de 1960 em diante (PIAGET; INHELDER, 1962; AUSUBEL, 1968; SCHWAB, 1983; NOVAK, 1988) e, principalmente, foi bastante explorada nos estudos sobre concepções alternativas dos estudantes sobre conhecimentos científicos e estratégias da chamada mudança conceitual (MORTIMER, 2002). Como foi mostrado anteriormente, a preocupação com os conhecimentos prévios dos docentes também inspirou estudos a respeito de concepções de professores sobre Ciência e ensino (HARRES, 1999).

Obviamente não basta sondar conhecimentos prévios dos alunos sem usá-los para provocar conflitos cognitivos (LEONARD; KALINOWSKI; ANDREWS, 2014; CORTELA, NARDI, 2017), é necessário estimular os alunos a usá-los justamente para descrever, explicar seu modo de ver o mundo e fazer previsões. Propor e testar hipóteses é o cerne da atividade

científica que pode e deve ser praticada em aulas de diferentes disciplinas (WENHAM, 1993; PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002; OH, 2010).

**Tabela 14** - Excertos da habilidade de *Sondar conhecimentos prévios dos alunos...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 12$ )
Explicitação e discussão de hipóteses/ Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema	<p>Aqui é possível perceber indícios de uso habilidades metacognitivas como C.D. (BIO01AF, §5)</p> <p>O professor realiza uma discussão com a turma sobre alguns aspectos do Ciclo Hidrológico, falando sobre a chuva e buscando observar os conhecimentos prévios dos educandos (INT01AI, §6)</p> <p>[...] pediria par que cada um dos alunos escrevesse o que eles entendem por poluição do solo dentro das florestas, com isso cada aluno criaria o seu próprio conceito [...] atividade me proporcionaria a participação de todos os componentes da sala, onde por fim esse conceito que foi unificado seria lido em voz alta para todos da sala de aula, com isso foi trabalhado nesses educandos a busca de seus conhecimentos prévios (BIO03AF, §2)</p> <p>Após o vídeo pediremos a criança que falem o que observaram e porque acham que esses fatos têm ocorrido (PED02EI, §12)</p> <p>Organizar os alunos em roda de conversa, sentados no chão da sala, onde serão colocadas as figuras no centro, de onde os alunos serão solicitados que peguem as que mostram os hábitos que fazem parte do seu dia a dia. Após pegar as figuras, os alunos deverão responder: Por que precisa realizar tal ação de higiene? [...§12] (PED03AI)</p> <p>Será lançada uma questão desafio relacionando o conteúdo ao cotidiano do aluno. O objetivo é fazer a sondagem diagnóstico dos alunos (FIS01EM, §26)</p> <p>Iniciei a aula, sondando o que era alimentação saudável e qualidade de vida para eles (PED05AI, §4)</p> <p>1-Vocês já ouviram falar de ENERGIA? O que? Onde encontramos ENERGIA em nosso cotidiano? 2- Quais tipos de energia vocês conhecem? Exibição do vídeo sobre energia (animação. 10 minutos): "De onde vem a energia elétrica". 1- Gostaram do vídeo? Do que ele trata? De onde vem a nossa energia elétrica? [...§22] Texto sobre Energia. Exercício: O que você entendeu do texto lido? Quais os tipos de energia que estudamos? [...§46] (BIO05AF)</p> <p>Na segunda aula será a elaboração dos Ponto-chave, contendo diversos questionamentos por parte do professor como "O que compreenderam da reportagem?", "o que você entende do assunto?", para que os alunos levantem seus pontos de vistas e reflitam sobre as possíveis causas do problema (PED06AI, §13)</p> <p>Os alunos serão levados a pensar sobre o tema e assim com a ajuda dos professores, iremos organizar em uma cartolina "o que eu sei?" e "o que eu quero aprender?" (PED07AI, §11)</p> <p>[...] iniciamos nossa sequência didática com a introdução dos conceitos de qualidade de água através de aula expositiva e a verificação com os alunos, das condições de abastecimento de água em suas respectivas residências (QUI02EM, §16)</p> <p>No primeiro dia em sala vamos tratar e discutir com os alunos o que eles entendem por flora (BIO06AF, §9)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora



A fim de reiterar a importância da habilidade dos professores de ciências em *guiar a explicitação de hipóteses dos alunos*, Gil-Pérez, Fernandez et al. (2005), após revisar criticamente vários estudos sobre a disseminação de visões deformadas de Ciência e Tecnologia entre professores de Ciências, chamaram a atenção para a necessidade imprescindível de considerar a apresentação e discussão de diferentes hipóteses como elemento essencial para aulas de ciências de natureza construtivista. A menção explícita do importante papel das hipóteses nas aulas de ciências aparece em pelo menos três de dez questões-chaves propostas por Gil-Pérez, Fernandez et. al (2005) em um quadro de questões que, segundo esses autores, deveriam ser consideradas pelos professores e elaboradores de currículos ao planejarem as aulas, objetivos e meios de avaliação de aprendizagem que efetivamente favoreçam a aprendizagem significativa por meio da construção de conhecimentos e estimulem o aquisição e desenvolvimento de destrezas e atitudes científicas, vejamos:

4. Propõe-se a emissão de hipóteses, fundamentadas nos conhecimentos disponíveis, susceptíveis de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas, funcionalmente, as pré-concepções? (p. 64)

Presta-se atenção às pré-concepções (que, insistimos, devem ser contempladas como hipóteses)? (p. 64)

6. Propõe-se a análise profunda dos resultados (sua interpretação física, fiabilidade etc.) à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses tidas em conta e/ou dos resultados de outras equipes? (p. 64)

10. [...] faz-se ver, em particular, que os resultados de uma só pessoa ou de uma só equipe não bastam para verificar ou falsear uma hipótese? (p. 65)

Segundo Gil-Pérez, Fernandez et. al (2005) “não é possível superar a imagem reducionista e distorcida da ciência sem incorporar aspectos epistemológicos nas aulas de ciências, e essa incorporação supõe reorientar os estudantes para aproximá-los do que é a atividade científica” (p. 68).

Obviamente para adquirir e praticar a habilidade de *guiar a explicitação dos estudantes* é importante que os professores saibam que há, pelo menos três diferentes tipo de hipóteses que costumam aparecer tanto em investigações reais quanto em atividades de ensino por investigação: descritivas, processuais e explicativas (WENHAM, 1993). O primeiro tipo (descritiva) se refere a fatos ou acontecimentos (o que), por exemplo: certos metais são atraídos por ímãs, a pressão atmosférica varia com a altitude. O segundo tipo se refere a processos (como), por exemplo: um detector de metais contém um ímã embutido, podemos usar barômetros para medir a altitude. O terceiro tipo se refere às causas (por que), por

exemplo: o ímã atrai metais devido à ação de forças eletrostáticas relacionadas à estrutura atômica dos materiais, a variação da pressão atmosférica está relacionada com efeitos da gravidade terrestre sobre a densidade de gases.

Pesquisas como as de Wenham (1993), Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) e Oh (2010) além de apresentar eventuais equívocos didáticos e possíveis usos inadequados de hipóteses em aulas de ciências, reiteram a recomendação de que não basta fomentar a apresentação de hipóteses, é preciso fazer os alunos também aprenderem a imaginar maneiras de testá-las empiricamente e usar de raciocínio abduutivo para avaliar hipóteses alternativas e, dessa forma, selecionar as mais plausíveis.

**Tabela 15** - Excertos da habilidade de *Elaborar representações dos conhecimentos prévios...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 3$ )
Explicitação e discussão de hipóteses/ Elaborar representações dos conhecimentos prévios dos alunos para uso didático	Obs1: as falas dos alunos deverão ser registradas em um diário de bordo da professora, para avaliar os níveis de compreensão dos alunos sobre o assunto, favorecendo a sequência das atividades [...§14] Obs2: as falas dos alunos serão audiogravadas e registradas em diário de bordo [...§21] (PED03AI)  Cada aluno terá o direito de dizer o que quer aprender e o que sabe. Iremos escrever na cartolina, e no decorrer das aulas iremos riscando como se fosse uma meta que estamos alcançando (PED07AI, §12)  Após essa fase de discussão, observando-se a necessidade de verificar a qualidade da água oferecida em diferentes bairros da cidade. Todos os questionários e declarações dos alunos serão anotados em um diário de campo para futuras avaliações (QUI02EM, §17)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Curiosamente, embora grande parte dos professores tenham mencionado a necessidade de sondar conhecimentos prévios dos estudantes, como é possível ver na tabela 14, poucos deles (3; 16,6%) apresentaram indícios de preocupações relacionadas à habilidade de *elaborar representações dos conhecimentos prévios dos alunos para uso didático* (ver tabela 15).

Como já foi mencionado anteriormente, planejar e realizar atividades levando em conta os conhecimentos prévios dos estudantes tem sido uma peça-chave dos modelos de aprendizagem que consideram o conhecimento como uma construção humana (NOVAK, 1988; MORTIMER, 2002). Talvez a afirmação mais influente a esse respeito no meio educacional é a que aparece na epígrafe do livro de Ausubel (1968), onde se lê que “o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo”.

Na época, pesquisas baseadas em diferentes modelos construtivistas de aprendizagem não só procuraram identificar a existência de conhecimentos prévios, mas também tentaram entender como o aluno formula tais conhecimentos, como são armazenados, e como são

integrados à novas informações discutidas em aula (MINTZES; WANDERSEE, 2005). Tais pesquisas acabaram contribuindo bastante para o entendimento de como diferentes tipos de conhecimentos prévios afetam a aprendizagem de novos conceitos.

Há uma grande quantidade de evidências que indicam que muitos conceitos prévios são persistentes e estruturados, como se fossem verdadeiras “teorias implícitas” (LEONARD; KALINOWSKI; ANDREWS, 2014), formadas antes mesmo dos estudos formais e significativamente diferentes dos conceitos científicos que deveriam ser efetivamente aprendidos nas escolas. Parecem ser consistentes entre populações, independentemente da idade, habilidade ou nacionalidade e resistentes à mudança por métodos tradicionais de instrução (QIAN; LEHMAN, 2017)

Pesquisas desse tipo demonstraram que os conhecimentos prévios, juntamente com os seus mecanismos de codificação, têm fortes implicações para o que, quando e como devemos ensinar (NOVAK, 1988; GIL-PEREZ; GUIASOLA et al., 2005).

Tais resultados implicam em reconhecer a necessidade de implantar diretrizes adequadas para uma preparação mais completa do professor, especialmente os professores de ciências. A compreensão do professor da existência e uso de regras, vieses de confirmação e erros de codificação (isto é, a forma como os alunos processam informações) é extremamente importante para o planejamento e prática de ensino. Por exemplo, de posse da informação de que crianças na idade de ingressar na escola, em geral, possuem menos regras que interferem com aquelas apresentadas pelo professor (QIAN; LEHMAN, 2017), professores e elaboradores de currículos podem programar uma maior exposição a conceitos científicos do que normalmente é visto em turmas de anos iniciais de escolarização.

A habilidade de representar esquematicamente os conhecimentos prévios dos estudantes é muito útil para o professor organizar as atividades, elaborar questões provocativas, propor *designs* experimentais e escolher instrumentos de avaliação (MINTZES; WANDERSEE, 2005; QIAN; LEHMAN, 2017). A composição de uma lista, mapa conceitual, quadro comparativo, diário de campo ou outro esquema que sintetize e categorize os conhecimentos prévios presentes entre os estudantes ajuda o professor a antecipar as diferentes mudanças conceituais visadas (WENHAM, 1993). Além disso, o cultivo de tal habilidade pode gradativamente envolver e estimular os professores a realizar pesquisas sobre sua própria sala de aula (SHULMAN, 1986).

A habilidade de *elaborar representações dos conhecimentos prévios dos alunos* está intimamente relacionada a competência de realizar avaliações diagnósticas. Uma vez que, de

posse dos diferentes quadros conceituais prévios dos estudantes, os professores terão maiores chances de avaliar possíveis efeitos que as atividades propostas possam ter produzido nas opiniões e maneiras de explicar fenômenos dos estudantes. A instrumentação adequada ajudará a facilitar uma melhor compreensão dos conceitos examinados pelo aluno, o que deve fornecer mais *insights* em relação a eventuais ajustes ‘*online*’ nas atividades inicialmente pensadas (ver tabela 20, a seguir).

Outro dado crítico refere-se ao fato de não terem sido encontrados indícios discursivos da habilidade de *Contrastar conhecimentos prévios com eventuais episódios da História da Ciência* nos planos de aulas dos participantes. Para um considerável número de autores da área de ensino de ciências – tais como Matthews (1995), Almeida e Falcão (2005), Meyer e El-Hani (2005) e Hidalgo e Lorencini Junior (2016) – a explicitação e discussão de aspectos históricos se configura em uma importante estratégia para superar eventuais problemas de compreensão conceitual e ainda desenvolver habilidades de raciocínio tipicamente científicas. Nas palavras de Matthews (1995) a história e filosofia da Ciência no ensino de ciências:

Podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, desse modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação de professores auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Dessa forma, a utilização de estratégias que contemplem debates históricos amplia as possibilidades de compreensão dos conceitos por parte dos alunos, estreitando os caminhos que possam eventualmente levar a interpretações equivocadas. Ou seja, a sua função do *contraste de conhecimentos prévios com eventuais episódios da História da Ciência* seria de contextualizar o cenário de onde as teorias científicas hoje consideradas válidas se originaram, compreendendo dessa maneira as questões envolvidas para que determinada explicação possa ser aceita atualmente em relação à outra. Tal contraste, em tese, estimularia a aquisição e desenvolvimento de habilidades que favoreceriam a estruturação de outras formas de raciocínio e uma melhor compreensão da natureza das ciências por parte dos estudantes.

Na tabela 16 aparece o trecho que evidencia a preocupação de apenas uma professora (5,5%) em *imaginar designs experimentais para testar hipóteses*. Inclusive, essa mesma

professora (PED06AI) foi uma das poucas participantes que apresentou indícios de preocupações relacionadas à habilidade de guiar a explicitação de hipóteses dos alunos (ver tabela 13).

**Tabela 16** - Excertos da habilidade de *Imaginar designs experimentais para testar hipóteses*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 1$ )
Explicitação e discussão de hipóteses/ Imaginar <i>designs</i> experimentais para testar hipóteses	Aplicação da realidade: as decisões tomadas como soluções poderão ser executadas ou encaminhadas. Nesta etapa a prática pelo foco, implicando num compromisso dos alunos com seu meio [...§9] E como consequência, na sexta aula deverá ocorrer ou planejar a aplicação das hipóteses propostas [...§15] (PED06AI)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Como já foi mostrado, os processos de explicitação e testes de hipóteses são elementos cruciais para o desenvolvimento do raciocínio científico, uma vez que, ao articular e colocar à prova eventuais conhecimentos prévios, os estudantes estarão praticando uma forma particularmente científica de resolver problemas, visto que:

Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (DRIVER et al., 1999, p.36).

Estudos como os de Oliva (2003), Locatelli e Carvalho (2007) e Becerra-Labra, Gras-Marti e Torregrosa (2012) mostraram o quanto o raciocínio científico atua como um processo cognitivo central durante o processo de ensino- aprendizagem de ciências. Essa forma de raciocinar permite aos estudantes tirar conclusões de princípios e evidências, avaliar uma conclusão proposta ou inferir novas conclusões, além de aumentar significativamente habilidades de resolução de problemas em diferentes áreas do conhecimento e estimular a transferência de conhecimento entre diferentes domínios e contextos do assunto (BECERRA-LABRA, GRAS-MARTI E TORREGROSA, 2012).

Imaginar bons *designs* experimentais, além de ser a chave para criação de bons problemas que podem estimular os alunos a participar de forma mais ativa das aulas (SCHUNK; MEECE; PIENRICH, 2014), é essencial para implementação de atividades educativas que oportunizem o uso do raciocínio científico, tanto dos professores quanto dos alunos. Pesquisas como as de Tao (2001) e Cheng, She, Huang (2017), por exemplo, demonstraram que o uso de atividades que envolvem solução de problemas bem projetados melhora o desempenho dos alunos do ensino médio em termos de conhecimento de conteúdo,

habilidades de raciocínio lógico e atitudes cientificamente ponderadas. Tais autores afirmam que quando os estudantes têm repetidas oportunidades de buscar por soluções guiadas de problemas, podem raciocinar, com base em seus conhecimentos prévios, para conectar suas experiências passadas com as novas situações, envolvendo-se em análises, comparações de dados e fontes de informação, e, dessa forma, modificando ou aperfeiçoando sua compreensão sobre os assuntos em voga.

Naturalmente, assim como outras habilidades, comentadas até então, a habilidade de *imaginar designs experimentais para testar hipóteses*, requer o domínio de outras habilidades congêneres, uma vez que, para que um professor consiga imaginar e pôr em prática um bom *design* experimental, além de possuir um domínio consistente do conteúdo que está sendo tratado (KIND; CHAN, 2019), precisará saber articular o *designs* propostos com as ações de sondagem e organização dos conhecimentos prévios dos estudantes, estimulação de geração de hipóteses que possam ser empiricamente testadas, montagem e execução de experimentos, coleta e tabulação os dados, condução da discussão das evidências e contra evidências para cada uma das hipóteses em questão e orientação da produção de sínteses das conclusões – de forma escrita ou de esquemas conceituais (mapas conceituais, V de Gowin, infográficos, *layout* de Toulmin, entre outros).

Por tudo o que foi exposto, podemos dizer que habilidade de *imaginar designs experimentais para testar hipóteses* é essencial para qualquer professor que esteja interessado em implementar estratégias tais como P.O.E. (HAYSOM; BOWEN, 2010), PBL (MALHEIRO; DINIZ, 2008), problemas de conhecimento físico (CARVALHO, 2007), projeto de iniciação científica infantojuvenil (BRABO; RIBEIRO, 2008) ou qualquer outra variação de ensino por investigação. Uma vez que tais estratégias foram justamente criadas para estimular a elaboração e testes de hipóteses que eventualmente possam estar explícita ou implicitamente vinculadas aos conhecimentos prévios dos estudantes.

Não é difícil perceber a importância da habilidade de *imaginar designs experimentais para testar hipóteses* para a implementação de práticas de ensino de natureza construtivista. É importante lembrar que tal habilidade não se refere apenas a capacidade de propor experimentos do tipo *hands-on* ou aulas em laboratórios, mas a de propor *designs* experimentais que considerem a coleta e tratamento de diferentes tipos de dados por observação ou coleta de opiniões. Obviamente tais habilidades só poderão ser adquiridas e desenvolvidas a medida em que os professores tenham oportunidades de vivenciar e pôr em

prática atividades de ensino por investigação de diferentes modelos didáticos, seja durante seus cursos de graduação ou ao longo da sua carreira profissional.

**Tabela 17** - Excertos da habilidade de *Fornecer instruções do que deve ser feito*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 12$ )
Execução das atividades/ Fornecer instruções do que deve ser feito <sup>5</sup>	<p>Divida a turma em dupla, atente para um aluno ajudar o outro na resolução dos alertas do termômetro [...] Peça para que eles façam pesquisa usando os seus <i>tablets</i> (PED01AI, [... §16])</p> <p>Inicialmente seria exposta aos alunos a história, construída pelo professor de Química juntamente com um professor da área de humanas [§6] Em um segundo momento seria selecionado entre os alunos, as partes jurídicas do júri fictício (promotoria, defensoria, juiz, jurados, escrivão, etc.), assim como as orientações tanto do professor de Química, quanto do professor de humanas, em relação ao funcionamento de um júri [§7] (QUI01EM)</p> <p>Pode ser feito em formas de bate-papo ou pode-se solicitar que escrevam uma nota [§5...] a turma deve ser direcionada a sala de informática e serão solicitadas a pesquisar e selecionar vídeos e artigos que discutam o tema para serem utilizados na próxima aula [...§5] O jogo poderá ser realizado com a turma toda, ou a professora pode dividir a turma em equipes e cada uma receberá um jogo para a montagem [...§16] (BIO01AF)</p> <p>Planejar com os alunos a visita na área vizinho, dividindo a turma em 02 grupos, que serão ainda divididos em 05 grupos de 04 alunos. Cada aluno durante a aula passeio devesse fotografar, observar, fazer anotações durante a visita (BIO02EM, §8)</p> <p>As atividades têm início assim que o professor entregar o roteiro dos grupos, que são orientados a ler o mesmo e seguir as orientações para a realização do seu estudo (INT01AI, §8)</p> <p>Após a aula eu falaria para eles que nós iríamos conhecer uma trilha localizada perto da escola, e que todos nesse dia viessem preparados com trajes adequados como calça jeans, tênis, boné, como também que eles levassem água para se hidratarem durante o percurso e pequenos cadernos e lápis para possíveis anotações (BIO03AF, §4)</p> <p>Organização do conhecimento: Neste momento da sequência apresentaremos várias imagens com lixo e outras sem lixo no chão e a partir delas buscaremos definir o que é o lixo e como implica em mudanças injetam nossa vida (PED02EI §13)</p> <p>[...] aula expositiva como forma de introdução, motivação e síntese, leitura de textos didáticos [...§9] Convidar os alunos a uma limpeza ao espaço escolar, para retirar dos espaços inadequados todos os resíduos, começado pela sala de aula e seguindo pelos demais espaços da escola [...§15] O texto devesse ter um título, introdução, desenvolvimento, conclusão e ter no mínimo 15 linhas [...20] (PED04AI)</p> <p>A turma será organizada em dupla para melhor desenvolver a atividade. A aula será realizada no laboratório de informática da escola (FIS01EM, §24)</p> <p>Passamos neste momento para elaboração e definição dos pontos-chaves que nortearão a pesquisa dos estudantes no momento da etapa da teorização. sendo assim os pontos-chaves sugeridos são: (a) exemplos de ondas eletromagnéticas, (b) luz visível, ondas de</p>

<sup>5</sup> Categoria criada *a posteriori*, para garantir a exaustividade dos dados analisados.

rádio, raio-x infravermelho ultravioleta raios gama e micro-ondas, (c) as diferenças existentes nos exemplos anteriores, (d) espectro eletromagnético (BIO04AF, ...§13)

[...] 1. instalação do dínamo nas bicicletas; 2. Ida até a Central; 3. Visita Guiada; 4. Volta pra Escola (BIO05AI, §53)

Com isso, consultamos os discentes sobre a possibilidade de se ter uma aula no laboratório para a verificação da qualidade da água. Para isso, pedimos para cada um trazer um litro de água como amostra para serem utilizados em nossas aulas futuras [...§18] No laboratório, o alunado com suas respectivas amostras, serão divididos em grupos de 5 pessoas cada. Primeiro iremos analisar os aspectos físicos da água. Cada grupo receberá uma ficha com os parâmetros a serem analisados: temperatura, sabor e odor, cor, turbidez, sólidos e condutividade elétrica. Cada equipe receberá um termômetro e uma lâmpada com bocal e fio elétrico. Pede-se que tudo observado em relação a esses parâmetros seja anotado na ficha [...§35] (QUI02EM)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Como era de se esperar, a maioria dos participantes (12; 66,6%) apresentou explicitamente *instruções do que deve ser feito* em suas respectivas propostas de sequências didáticas. Tal categoria foi criada *a posteriori* para garantir a exaustividade dos dados. A nosso ver, trata-se de uma habilidade docente geral, não relacionada exclusivamente a abordagens didáticas eminentemente construtivistas.

Embora não tenhamos conseguido encontrar nenhuma pesquisa para corroborar tal hipótese, parece sensato supor que a preocupação em *fornecer instruções*, tal como a *habilidade de definir metas específicas para cada aula ou sequencia didática* (tabela 4), tenha origem no padrão de elaboração de planos de aulas e sequencias didáticas proposto no livro de Mager (1962). Como já foi discutido anteriormente (ver discussão dos dados da tabela 4), desde então, embora tenha sofrido alguns aperfeiçoamentos, tal padrão – que inclui, entre outros pontos, o estabelecimento de objetivos, o passo a passo das tarefas e as formas de avaliação de aprendizagem – acabou se constituindo em uma espécie gênero textual amplamente disseminado em livros, revistas e websites de formação inicial e continuada de professores.

Além disso, o fornecimento de instruções sobre o passo a passo do que deve ser realizado ao longo das aulas é o cerne de qualquer sequencia didática ou plano de aula. Dito isso, cabe tentar explicar por que razão não foram encontrados indícios relacionados a tal habilidade em 100% dos participantes. Algumas das sequências didáticas foram escritas de maneira assaz superficial, com poucos detalhes a respeito das atividades previstas, dificultando a detecção de evidências de determinadas habilidades, mesmo as mais básicas com a de *fornecer instruções* para os estudantes sobre o que deve ser feito.



**Tabela 18** - Excertos da habilidade de *Estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 13$ )
Execução das atividades/ Estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias	<p data-bbox="496 304 1481 398">Desenhe no quadro o termômetro ou apresente em formato digital, faça o levantamento dos parágrafos levantados pela turma. - Peça que algumas duplas se habilitem a explicar o que sinalizaram como difícil a partir de suas pesquisas (PED01AI, §18)</p> <p data-bbox="496 439 1481 622">Nesse momento seria gerado um ambiente de discussão sobre o caso de justiça, afim de que os alunos se apropriem da narrativa [...6] O quarto momento de aplicação da atividade traria o júri simulado, que poderia ser vivenciado pela comunidade escolar (deveria ser realizado no auditório do colégio). Nesse momento os alunos iriam expor os conhecimentos construídos ao longo do processo de organização do júri simulado [...§9] (QUI01EM)</p> <p data-bbox="496 663 1481 913">No primeiro momento os vídeos e materiais deverão ser recolhidos, a professora poderá selecionar um ou dois vídeos para exibir na turma e a partir disso provocar uma discussão sobre o que encontrou e o que acharam mais interessante dentro do assunto. O debate e construção coletiva de argumentos com a interação entre os pares é importante para o processo de aprendizagem [...§7] Para perceber indícios de usos de habilidades metacognitivas, podem ser feitas perguntas como: porque você escolheu esse assunto?; como você selecionou as ideias (rascunhos, desenhos)?; quais dificuldades vocês encontraram? O que fizeram para contorná-las? [...§20] (BIO01AF)</p> <p data-bbox="496 954 1481 1182">[...] com o recurso da aula dialogada começaremos a chamar atenção para a variedade de raízes, caules, folhas, flores e frutos a volta. Considerando que os alunos estão em seu ambiente natural. Haverá muita troca de informações, principalmente com relação a nomes populares e científico das espécies. Dialogar com os alunos sobre as amostras que mais lhe chamaram a atenção, construindo conceitos a área da estrutura, função e importância desses vegetais para nós e para o meio ambiente [...§9] Encerrando a atividade um painel será construído para exposto em toda a escola [...§11] (BIO02EM)</p> <p data-bbox="496 1223 1481 1541">[...] logo após todos terem criado os seus conceitos eu pediria que fossem formados vários grupos de cinco componentes, onde cada grupo iria se reunir para reformular apenas um conceito, logo após esse processo eu pediria que cada grupo escolhesse um líder para apresentar esse único conceito, só que cada líder que foi escolhido iria se juntar com os outros líderes para formar uma nova equipe só dos líderes, com isso os líderes iriam juntar todos esses conceitos em um só, para termos o conceito final [...§2] em seguida formaríamos um pequeno debate sobre esse problema em nossa localidade em especial nas florestas da região [...§3] ao final de todo esse preparo marcaríamos um dia para apresentarmos na escola esse trabalho de forma coletiva como em um evento para que todas as outras turmas possam prestigiar esse trabalho [...§5] (BIO03AF)</p> <p data-bbox="496 1581 1481 1675">Após exibição, os alunos serão levados a uma reflexão coletiva, onde cada aluno será oportunizado com seu momento de fala. Algumas questões nortearão essa reflexão: O que o vídeo mostra? Porque devemos cuidar da higiene do corpo? (PED03AI, §19)</p> <p data-bbox="496 1715 1481 1966">[...] interação com os alunos sobre as temáticas [...§9] Dialogar com os alunos sobre as praticas ambientais corretas tratadas no texto [...§13] em roda de conversa retomar a discussão sobre problemas ambientais, após uma conversa, colocar no quadro a seguinte pergunta: Diante deste cenário o que é possível fazermos para melhorar ambientalmente o espaço escolar e diminuir a produção de resíduos neste lugar? Na roda de conversa, pedir aos alunos sugestões, conduzir a conversa de modo que eles percebam que pequenas ações fazem a diferença e que podemos ser multiplicadores de ações ambientais positivas [...§16] (PED04AI)</p> <p data-bbox="496 2007 1481 2051">Na segunda aula, fiz um círculo com as carteiras, e solicitei que cada um fosse apresentado sua fruta</p>

[...§5] Dividi a turma em 4 equipes de trabalhos [...7] (PED05AI)

Estudar o caso da Hidrelétrica de Belo Monte: Metade da Turma: aspectos positivos; Outra metade: aspectos negativos [...§29] JURI SIMULADO (Vamos defender/acusar as atividades da Hidrelétrica de Belo Monte em relação aos impactos ambientais) Réu: Hidrelétrica de Belo Monte. Representantes da sociedade: que irão avaliar os argumentos dos advogados e ajudar no julgamento do réu. Juiz, advogados de defesa x acusação [...§33] (BIO05AI)

Considero importante também não ficar apenas dentro da sala de aula o conhecimento construído por todos, mais de socializarmos com a comunidade escolar, criando pequenos eventos no final de cada tema trabalhado afim de compartilharmos a aprendizagem (INT02AI, §8)

E após este vídeo, iremos abrir um diálogo em roda para que os alunos possam comentar sobre o vídeo que fala de forma alegre e divertida sobre o tema que estamos abordando [...§10] Após este momento, iremos socializar com a turma e aprender as características em libras das imagens e sinais escolhidos [...§17] PED07AI

No encontro posterior pede-se que cada equipe socialize o que foi observado com os demais (QUI02EM, §46)

[...] apresentar um vídeo que trate desta temática de forma mais ampla. Solicitar que eles observem ao seu redor durante a semana o que temos de flora em nossa região que iremos discutir na próxima aula [...§9] No segundo dia de aula deixo que cada um apresente o material que trouxe falando da flora de nossa região e discutir sobre e já falar da ida ao museu [...§10] Na quinta e última aula vamos apresentar juntos de forma dialógica os cartazes [...§13] (BIO06AF)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Por outro lado, não acreditamos que seja possível atribuir a preocupação em *estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias*, demonstrada pela maioria dos participantes (13; 77,7%, ver tabela 18), como uma influência do padrão de escrita proposto por Mager (1962), tal como foi suposto para o caso da habilidade de *definir metas específicas para cada aula ou sequencia didática* (ver discussão dos dados da tabela 4). O livro de Mager (1962) não dá nenhum destaque ao papel dos diálogos entre alunos e professores, principalmente devido ao fato de, na época, suas recomendações didáticas terem sido pensadas para o planejamento de aulas em turmas de aproximadamente 50 alunos, ou seja, turmas relativamente grandes. Além disso, a abordagem explicitamente behaviorista do livro e o foco da aprendizagem deliberadamente centrado no professor não davam nenhum destaque para a necessidade de implementação de debates em aula.

Desde a década de 1970, tal atitude tem sido duramente criticada por uma gama de obras didáticas de natureza construtivista (por exemplo, NOVAK; GOWIN, 1984; GIL-PEREZ; GUIASOLA et al., 2005), as quais, justamente, por conta de resultados de pesquisas que atestaram baixos índices de aprendizagem significativa com esse tipo de

abordagem, propuseram que o foco do processo de ensino-aprendizagem deixasse de ser o professor e passasse a ser o aluno (ver discussão dos resultados da tabela 15).

Como foi mostrada anteriormente, a mudança de ênfase do ensino centrado no professor para o ensino centrado no aluno é uma das mais destacadas recomendações de propostas didáticas ditas construtivistas, amplamente disseminadas em muitos livros, revistas, diretrizes curriculares e cursos de formação de professores atuais.

Dessa forma, também nos parece coerente supor que o contato com tais ideias, seja durante cursos de formação ou mediante leituras de materiais didáticos, tenha influenciado os participantes a considerar a realização de debates e intercâmbios de ideias em suas respectivas propostas de sequências didáticas, principalmente por que o comando da tarefa mencionava que as sequências didáticas deveriam ser propostas para uma “escola ideal, com tudo o que você quisesse para realizar suas aulas”. Ou seja, talvez os professores tenham imaginado atividades para serem realizadas em turmas menores, que possibilitassem debates entre os alunos sem riscos de perda de controle da turma (FEIMAN-NEMSER, 2003).

**Tabela 19** - Excertos da habilidade de *Fazer com que os alunos dêem a priori um significado...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 2$ )
Execução das atividades/ Fazer com que os alunos deem <i>a priori</i> um significado favorável à experiência didática	Pedi que passassem para que todos pudessem, tocar, cheirar, e provar (quem quisesse). Depois propus fazermos uma salada de frutas para degustarmos, aproveitei as cascas, e pedi para guardar, pois poderíamos reaproveita-las na compostagem (PED05AI, §5)  [...] ou seja, cabe ao professor a escolha de temas e de atividades que sejam favoráveis ao desenvolvimento da aprendizagem dos seus alunos, isso tudo em uma perspectiva de autonomia do professor (BIO06AF, §6)

**Fonte:** Elaborado pela autora

A habilidade de *fazer com que os alunos deem a priori um significado favorável à experiência didática* foi uma habilidade recomendada especificamente por Villani e Pacca (1997), ao asseverarem que:

Isso pressupõe a antecipação de um esquema afetivo capaz de organizar significativamente o conjunto das atividades propostas, mesmo daquelas que o aluno não pode compreender completamente. Sem esse sentido *a priori* dificilmente o processo de aprender continuará vivo e eficiente, tornando-se, ao contrário, uma rotina a ser executada com o mínimo de esforço, para o professor e também para o aluno (VILLANI; PACCA, 1997, p. 202)

Ou seja, professores construtivistas devem estar continuamente preocupados em fazer com que os estudantes (ou pelo menos a maioria deles) não encarem as atividades como rotinas maçantes as quais são obrigados a cumprir. Para esses autores, bons professores, devem ser capazes de estimular a criação de laços de afetivos com atividade, dando-lhes um

significado (sempre quis saber sobre isso..., vou poder usar isso para...) animando-os a participar mais ativamente de sua execução.

Villani e Pacca (1997) parecem ter recomendado tal habilidade mais com base em suas experiências profissionais como formadores de professores do que em resultados de pesquisas. Uma vez que não foi possível encontrar pesquisas a respeito dessa habilidade didática, excluindo a própria sugestão dos referidos autores.

Decidimos deixar a referida habilidade no rol de habilidades didáticas propostas, primeiramente supondo a grande experiência de pesquisa sobre aspectos da formação de professores dos autores que a sugeriram e, também por conta da tal habilidade parecer fazer todo sentido em aulas de ciências de natureza construtivista, haja vista que, em aulas desse tipo, é essencial que os alunos se engajem em sua aprendizagem e, como foi mostrado na discussão dos dados da tabela 12, as diferentes formas de motivação dos estudantes influenciam sobremaneira nos resultados da aprendizagem. Então, acreditamos que uma atividade que faça sentido para o aluno, efetivamente possa servir como fator motivacional extra para estudo do assunto. Obviamente que se faz necessário realizar pesquisas sobre a tal suposição para poder afirmá-la com mais propriedade.

Um motivo a mais para se investigar tal habilidade, é que, de acordo com os dados da tabela 19, apenas dois participantes (11,1%) apresentaram indícios relacionados, e isso é um indicativo que, caso tal habilidade, seja realmente importante para bons professores construtivistas, como sugerem Villani e Pacca (1997), é necessário produzir diretrizes e atividade de aquisição e desenvolvimento de tal habilidade em cursos de formação e materiais didáticos para formação de professores.

Como pode ser observado nas tabelas 20 e 21, respectivamente, cinco participantes (27,7%) apresentaram indícios relacionados à habilidade de *adaptar, continuamente e on-line as atividades às respostas concretas dos estudantes* e apenas um (5,5%) apresentou preocupações aparentemente relacionadas à habilidade de *flexibilizar metas de aprendizagem de acordo com o progresso e/ou dificuldades dos estudantes*. Ambas especificamente sugeridas na revisão de Villani e Pacca (1997). A primeira, de acordo com os referidos autores, estaria relacionada à capacidade dos professores de:

Conduzir as aulas de maneira eficaz, adaptando, continuamente e *on-line*, o planejamento às respostas concretas dos estudantes. Esta tarefa tem dois pontos essenciais: de um lado reconhecer os sinais que os alunos fornecem ao longo das atividades, interpretando-os como informações sobre o significado por eles atribuídos a cada atividade e sobre o correspondente grau de envolvimento intelectual e emocional; de outro lado propor ações

que tenham sentido para os estudantes, ou seja que produzam uma ressonância quanto ao conteúdo cognitivo e ao modo de desenvolvimento. Em outras palavras o objeto de discussão deve ter ligações fortes com o que os alunos já conhecem e o modo de condução deve constituir um progressivo desafio para os mesmos (VILANNI; PACCA, 1997, p. 202).

**Tabela 20** - Excertos da habilidade de *Adaptar continuamente e online as atividades...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 5$ )
Execução das atividades/ Adaptar, continuamente e 'on-line' as atividades às respostas concretas dos estudantes	<p>[...] esse momento seria de uma importância para a relação dos conteúdos de Química em destaque com a situação proposta, evidenciando a aplicação dos conteúdos científicos com a vida social (QUI01EM, §8)</p> <p>E foi uma situação de aprendizagem com crianças de 3 anos de idade que percebemos tal necessidade, quando o tema emergiu das próprias crianças. Durante a realização de uma atividade sobre bons hábitos de educação em que mostrávamos imagens demonstrando boas ações como não jogar lixo no chão, pedir, por favor, agradecer, etc. nos chamou atenção os comentários de uma criança ao dizer “a mamãe não tem onde colocar o lixo” e mesmo depois de conversamos na roda de conversa sobre isso a criança continuou ressaltando que “em casa fazem assim” (PED02EI, §9)</p> <p>Obs.: As falas dos alunos deverão ser registradas em um diário de bordo da professora, para avaliar os níveis de compreensão dos alunos sobre o assunto, favorecendo a sequência das atividades (PED03AI, §14)</p> <p>A ideia era a de levar para os alunos textos, vídeos e imagens que pudessem sensibilizá-los e despertá-los às questões problemas e através destas questões iriam surgir subtemas e dentro desses subtemas criaríamos possibilidades (através de planejamento integrado às diversas áreas do conhecimento, junto com outros professores e demais profissionais necessários e possíveis), para a construção do conhecimento (INT02AI, §7)</p> <p>Para este momento iremos apresentar um slide com os nomes citados pelos alunos na aula anterior que tenha a seguinte organização; SINAL + IMAGEM + PALAVRA. E cada aluno irá repetir o sinal feito pela professora (PED07AI, §14)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

**Tabela 21** - Excertos da habilidade de *Flexibilizar metas de aprendizagem...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 1$ )
Execução das atividades/ Flexibilizar metas de aprendizagem de acordo com o progresso e/ou dificuldades dos estudantes	Realizada essa atividade conversa e compreendendo as habilidades e a capacidades de seus alunos, o professor deve fazer as devidas alterações em seu plano de aula e nos recursos a serem utilizados durante as atividades, assim como as fontes previamente selecionadas para o estudo das mesmas (INT01AI, §6)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Por sua vez, a habilidade de *flexibilizar metas de aprendizagem de acordo com o progresso e/ou dificuldades dos estudantes*, segundo Villani e Pacca (1997), seria importante para contornar problemas enfrentados diariamente pelos professores e observados tanto em professores experientes quanto novatos, uma vez que:

Manter as metas de aprendizagem sem modificações, não se preocupando com renovar ou aprimorar seu conteúdo, pode ser resultado de uma grande

segurança metodológica do professor. A finalidade do ensino de ciências é aproximar o estudante do conhecimento científico continuamente reformulado e aumentado e a atuação do professor deve ser coerente com este propósito. As metas devem ser avaliadas quanto a seu mérito em relação ao progresso do conhecimento científico, e quanto à sua coerência em relação às possibilidades dos estudantes (VILANNI; PACCA, 1997, p. 202-203).

Novamente Villani e Pacca (1997) parecem ter deduzido tais habilidades do conjunto dos resultados de suas próprias pesquisas sobre atualização docente (PACCA; VILLANI, 1996) não apontando outras pesquisas específicas a respeito. Todavia, recentemente, outros pesquisadores da área de ensino de ciências vêm realizando estudos sobre o que tem sido chamado de adaptabilidade (*adaptability*), que, a nosso ver, está intimamente relacionada a ambas as habilidades tratadas nas tabelas 20 e 21.

Uma característica definidora do trabalho docente é que ele envolve novidade, mudança, e incerteza diariamente. Ser capaz de responder efetivamente a tais mudanças é conhecido como adaptabilidade (*adaptability*). Martin, Nejad, Colmar e Liem (2012) definem a adaptabilidade como capacidade de um indivíduo regular funções psicocomportamentais em resposta a circunstâncias novas, situações alteradas ou incertas.

Segundo Collie e Martin (2016) a adaptabilidade é altamente relevante para os professores, dado que o trabalho de ensino envolve a resposta e gerenciamento de mudanças frequentes. A capacidade de se adaptar para gerenciar essas mudanças é crucial para o trabalho docente, uma vez que:

- Os professores devem responder às necessidades diferentes e mudanças dos alunos ajustando o ritmo da lição, adaptando atividades para diferentes alunos, ou buscando recursos alternativos para explicar melhor ou ilustrar pontos.
- Os professores devem se adaptar, a fim de lidar com situações inesperadas na gestão de sala de aula, regulando as emoções que possam surgir, como distração, raiva ou alegria e transmitir paciência, ou pensar em maneiras alternativas de resolver problemas.
- Os professores também devem interagir efetivamente com os colegas sob mudança de condições, como quando há uma mudança curricular que exige consulta a fontes de referência ou ajuda para lidar com um aluno novo ou desafiador.
- Quando assumem novos papéis ou novas escolas, os professores também devem interagir efetivamente com novos colegas, ajustando-se às diferentes prioridades

de um novo supervisor ou colega, ou calibrar com o estilo de um novo assessor de ensino em sala de aula.

- Os professores também devem estar preparados para parar uma aula no meio do caminho, reprogramar o que está ensinando ou condensar o conteúdo quando necessário.
- Finalmente, os professores estão regularmente envolvidos na aprendizagem profissional e espera-se que integrem continuamente novos conhecimentos em seu ensino. Além disso, mudanças curriculares ou políticas podem exigir ainda mais habilidade de professores.

Um corpo crescente de pesquisas vem mostrando a importância da adaptabilidade dos professores para resultados satisfatórios para alunos e para os próprios professores. A adaptabilidade, por exemplo foi positivamente associada com o uso de práticas instrutivas adaptativas na sala de aula (LOUGHLAND; ALONZO, 2018), negativamente associada à falta de engajamento (*disengagement*) de professores (COLLIE; GRANZIERA; MARTIN, 2018) e indiretamente associada ao desempenho dos alunos (COLLIE; MARTIN, 2017). Resultados dos estudos realizados em oito diferentes países da OCDE mostraram que escolas com professores de ciências mais adaptáveis tendem a ter maior média de autoeficácia entre os professores e, por sua vez, maior média de autoeficácia de aprendizagem de ciências entre os estudantes (COLLIE et al., 2020).

**Tabela 22** - Excertos da habilidade de *Estimular os estudantes a regularem sua ... aprendizagem*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 2$ )
Execução das atividades/ Estimular os estudantes a regular sua própria aprendizagem	Questione sobre o que acharam? [...§14] Tendo em vista o texto, pergunte questões referentes a ele, de cunho interpretativo [...§15] (PED01AI)  Aqui a autonomia e responsabilidade de aprendizagem é clara, devido o aluno selecionar, seguindo seus próprios requisitos, o conteúdo que será utilizado posteriormente. Também é possível perceber certas habilidades metacognitivas nesse processo (BIO01AF, §5)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Indícios de preocupação em *estimular os estudantes a regular sua própria aprendizagem* (tabela 22) foram apresentados por apenas dois professores participantes (11,1%). Outro dado bastante preocupante, haja vista a atual importância que tem sido dado a esse fator, tanto em pesquisas educacionais quanto em recomendações curriculares.

A autorregulação da aprendizagem é uma habilidade que tem sido objeto de pesquisas psicológicas a respeito da chamada metacognição, ou seja, pesquisas que investigam como indivíduos compreendem e regulam sua própria cognição. A forma como uma pessoa se

autoquestiona e toma decisões a respeito do que está aprendendo ou quer aprender, a autoconsciência que um indivíduo possui de suas afinidades e/ou dificuldades para planejar, executar e avaliar as tarefas cognitivas necessárias para resolver determinados problemas, como, por exemplo, compreender um texto, sintetizar ideias, parafrasear, argumentar, fazer inferências, montar aparatos etc. (THOMAS, 2012)

Gunstone (1992) observou que habilidades de natureza metacognitiva, tais como a autorregulação, são essenciais em ambientes de aprendizagem construtivista, uma vez que atividades desse tipo requerem do aluno uma reflexão constante, sistemática e consciente. De acordo com Thomas (2012), para aprender por meio de atividades de ensino por investigação, os estudantes devem desenvolver habilidades metacognitivas para realizar conscientemente ações físicas e cognitivas para monitorar suas hipóteses, *insights* e conclusões, e, à medida que avançam, estar atentos e avaliar eventuais progressos relacionados a compreensão e resolução do problema em questão.

Entre as diferentes abordagens de pesquisas existentes sobre o assunto, alguns pesquisadores consideram a autorregulação como um componente subordinado à metacognição (BAKER e BROWN, 1984; FLAVELL, 1985), enquanto outros preferem usá-la com um conceito superordenado à metacognição. Zimmerman (1995), principal defensor da segunda opção, por exemplo, postula que a autorregulação da aprendizagem se trata de um processo pelo qual indivíduos ativam, orientam, monitoram e se responsabilizam pela sua própria aprendizagem, que requer a integração dos fatores metacognitivos, afetivos, motivacionais e comportamentais envolvidos no ato de aprender.

A perspectiva da aprendizagem autorregulada de Zimmerman (1995) concebe o estudante como protagonista de sua própria aprendizagem e tem se mostrado fundamental em todos os segmentos da escolarização, sobretudo para um país como o Brasil, que enfrenta inúmeros problemas no âmbito educacional (BORUCHVICT; GOMES, 2019).

Pesquisas com as de Paris e Paris (2001) e Wolters e Brady (2021), entre outras, tem mostrado que a capacidade para a aprendizagem autorregulada é passível de ser fomentada durante a escolarização formal e que existem estratégias didáticas que podem ser ostensivamente utilizadas para estimular a regulação da cognição, o processamento da informação, a motivação e os afetos, entre outros fatores que interferem na aprendizagem significativa.

Destarte a existência de controvérsias e certa falta de precisão de sua definição, a autorregulação e habilidades metacognitivas vem ganhando importância educacional.



Segundo Brabo (2018), a inclusão do conceito de conhecimento metacognitivo como uma categoria de destaque da taxonomia revisada de Bloom é uma demonstração do vigor e da influência dos resultados de pesquisas acumulados ao longo desses anos. Tal importância também pode ser percebida nas diversas recomendações curriculares a respeito de objetivos que visam fortalecer a capacidade de aprender a aprender dos estudantes por meio do estímulo a aquisição e desenvolvimento de habilidades metacognitivas, tais como a autorregulação (FENWICK, 2018).

**Tabela 23** - Excertos da habilidade de *Dar autonomia de escolha aos estudantes*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 5$ )
Execução das atividades/ Dar autonomia de escolha aos estudantes	Cada equipe terá autonomia de escolha do assunto (BIO01AF, §18)
	No primeiro momento da visita os alunos ficarão à vontade para observar a área (BIO02EM, §9)
	O professor deve deixar os estudantes livres na escolha e forma deste desenho a fim de que estes usem a criatividade (BIO04AF, §17)
	[...] 3. Teorização: é onde de fato ocorre a investigação, onde de fato os alunos deverão buscar informações do problema, buscando a partir de cada ponto chave [...]§7] Para a teorização será necessário a utilização da terceira e quarta aula, onde os alunos farão um estudo mais aprofundado sobre a doença de Chagas, podendo celulares, tablets, internet [...]14] Desse modo a metodologia será constituída para auxiliar na aprendizagem mais autônoma do aluno, onde o professor apenas direciona-os mostrando alguns caminhos que poderão ser seguidos [...]§16] (PED06AI)
	Na visita proporciona momentos para que eles tirem dúvidas, façam fotos e dialoguem entre eles e com o monitor de visita (BIO06AF, §11)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Um pouco menos de um terço dos participantes (5; 27,7%) apresentou algum indicio relacionado a preocupação de dar autonomia de escolha aos estudantes (ver tabela 23). Veremos que embora tal habilidade seja essencial para engajar os alunos nas atividades, sua efetividade só ocorre quando as opções de escolha são significativas e pessoalmente relevantes para os alunos.

Faz algum tempo que relatórios de órgãos internacionais tem recomendado que a principal missão da educação para crianças e jovens deve ser o desenvolvimento das habilidades de estudo autodirigido, em vez da inculcação de conteúdo (por exemplo, FAURE et al., 1972). A atual Base Nacional Comum Curricular brasileira destaca a importância de desenvolver diferentes competências diretamente ligadas a autonomia dos estudantes (BRASIL, 2018).

A autonomia de escolha desempenha um papel fundamental na estimulação da motivação intrínseca dos alunos e do profundo engajamento na aprendizagem. Segundo Evans e Boucher (2015), impactos positivos têm sido vistos em uma gama de resultados acadêmicos e populações estudantis quando a autonomia estudantil é promovida por meio de uma escolha significativa e pessoalmente relevante. Quando os alunos se sentem mais autônomos, ficam mais propensos a ver o valor em uma determinada tarefa de aprendizagem e, portanto, acabam ficando mais engajados na atividade (EVANS; BOUCHER, 2015).

Para muitos estudantes, a motivação parece diminuir constantemente à medida que avançam na escola (SCHUNK; MEECE; PIENRICH, 2014). Um fator importante, mas talvez negligenciado na diminuição da motivação dos alunos, pode ser o ambiente escolar que proporciona aos alunos progressivamente menos oportunidades de escolha e tomada de decisão (OTIS, GROUZET; PELLETIER, 2005).

Pesquisas como as de Assor, Kaplan e Roth (2002) e Martin et al. (2003) demonstraram o impacto positivo de fornecer aos alunos uma escolha bem projetada e significativa em diferentes domínios acadêmicos e populações estudantis. Ao mesmo tempo, grande parte dos professores declara que acredita que a escolha promove motivação e aprendizagem (HARDRE; REEVE, 2003).

Apesar das evidências sobre a eficácia da escolha na promoção da motivação e engajamento dos alunos, ainda há pouco impacto na prática instrucional, mesmo em países desenvolvidos (KATZ; ASSOR, 2007). Para Evans e Boucher (2015) o baixo impacto dos achados de pesquisa sobre a eficácia da escolha pode estar na falta de clareza entre a literatura sobre quando, como e para quem fornecer escolhas em sala de aula. A confusão entre os educadores não é surpreendente, dado o crescente debate sobre os benefícios e desvantagens de oferecer escolha em sala de aula, bem como alguns dos achados inconsistentes na literatura de pesquisa sobre os efeitos da escolha em diversos cenários.

Segundo Evans e Boucher (2015), para entender algumas informações conflitantes sobre o impacto da escolha nos resultados dos alunos, é útil entender que existem duas maneiras primárias pelas quais a escolha pode beneficiar os alunos. Primeiro, considerando a escolha como um substantivo, entendida como a presença de opções. Em segundo lugar, considerando as implicações da escolha como verbo, pois é o ato de escolher que promove o senso de livre arbítrio de um indivíduo, um componente necessário da autonomia, como ilustrado nos princípios do chamado *design* universal para aprendizagem (UDL – *Universal Design for Learning*), criado por Rose e Meyer (2002).

A UDL é um quadro para o desenvolvimento curricular que busca dar a todos os indivíduos oportunidades iguais de aprender. A abordagem UDL enfatiza a importância de oferecer opções para atender à ampla gama de habilidades, necessidades e interesses que os alunos trazem para a aprendizagem. Segundo Evans e Boucher (2015), ao fornecer múltiplas opções de acesso à informação, expressar conhecimento e se engajar na aprendizagem, os professores podem garantir que o ambiente de aprendizagem esteja equipado para atender às necessidades da mais ampla gama possível de alunos.

Ao proporcionar uma escolha significativa no contexto das atividades em sala de aula, os professores podem apoiar a autonomia dos alunos e promover um engajamento profundo e prolongado na aprendizagem. Apenas oferecer escolha não é, por si só, motivador. Na verdade, em alguns casos pode até reduzir a motivação (FLOWERDAY; SCHRAW; STEVENS, 2004). De acordo com Evans e Boucher (2015), para que uma escolha seja motivadora, ela deve ser relevante e significativa, melhorar a competência e ser dada na medida certa. Quando essas condições são atendidas, é provável que a escolha melhore a motivação intrínseca dos alunos e leve a um envolvimento profundo e significativo na aprendizagem. A maioria dos professores acha que a escolha é importante, mas tem dúvidas de como ou quando incorporá-la nas aulas, de forma que promova a motivação intrínseca dos alunos. Assim, a necessidade de ferramentas para apoiar os professores na seleção e otimização da escolha é fundamental. Da mesma forma, são necessárias ferramentas instrucionais que apoiem os alunos a se envolverem na tomada de decisões autônomas e para identificar e selecionar escolhas que sejam pessoalmente relevantes e que melhorem as competências.

Foram encontrados indícios de preocupações relacionadas à habilidade de *produzir sínteses a respeito da aprendizagem dos estudantes* em um pouco mais que um terço dos participantes (7; 38,8%, ver tabela 24).

A habilidade de produzir sínteses está intimamente relacionada à qualidade do processo avaliativo, uma vez que registros escritos podem auxiliar sobremaneira o educador a conhecer o processo de aprendizagem/desenvolvimento dos seus alunos, percebendo seus avanços na apropriação do conhecimento e assim coletar informações que justifiquem ou apontem para eventuais ajustes nas atividades (WARSCHAUER, 2017). Além disso, o exercício ostensivo e regular desse tipo de habilidade possibilita ao professor refletir sobre sua prática, ressignificando-a e colaborando para a auto-formação diante dos próprios escritos reflexivos (SCHON, 1984; STENHOUSE, 1987).

**Tabela 24** - Excertos da habilidade *de Produzir sínteses a respeito da aprendizagem dos estudantes*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios ( $x_i = 7$ )
Avaliação/ Produzir sínteses a respeito da aprendizagem dos estudantes	<p>Esse momento será filmado, como forma de registrar a construção do raciocínio das crianças, bem como avaliar o que conseguiram aprender com as atividades. Registros em diário de bordo também serão feitos (PED03AI, §32)</p> <p>Um questionário para analisar a segunda etapa será distribuído aos alunos. Para verificar se apenas com as aulas expositivas foi possível entender, visualizar o fenômeno e relaciona-lo ao seu cotidiano [...§28] O questionário final será aplicado para avaliar a aula com os recursos de animações [...§32] (FIS01EM)</p> <p>Todas as falas dos estudantes devem ser anotadas, tornando possível elaboração do problema que será: qual a diferença entre as ondas apresentadas já que todas elas são de natureza eletromagnética? [...§13] Na última etapa, a aplicação a realidade sugere que os estudantes em conjunto construam o seu próprio espectro eletromagnético [...17] (BIO04AF)</p> <p>[...] registrei no quadro para formar um esquema (PED05AI, §4)</p> <p>[...] avaliação contínua - a partir das respostas orais e escritas (nos exercícios) e pelas participações nas atividades (BIO05AI, §19)</p> <p>Essas informações que serão obtidas deverão ser analisadas quanto as suas contribuições para a possível solução (PED06AI, §14)</p> <p>Na quarta aula vamos abrir um diálogo direcionado para a construção de cartazes que vamos construir juntos, onde cada um pode articular o que melhor e mais gostou no espaço do museu relacionando ao tema (BIO06AF, §12)</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

Sínteses escritas podem registrar situações cotidianas, questões produzidas por estudantes, atitudes, conflitos e dilemas em aulas, ideias para resoluções de problemas etc. Ao registro escrito podem ser adicionadas fotos e filmagens que, além de enriquecê-lo, poderão contribuir com mais elementos para a compreensão do processo educativo e, quem sabe, para a elaboração de novos materiais didáticos.

Muitos educadores desconhecem o real valor dos registros e os benefícios que os mesmos podem trazer para a sua prática profissional, bem como para a sua formação continuada, principalmente em relação a aquisição e desenvolvimento dos ditos conhecimentos pedagógicos de conteúdo (SHULMAN, 1987). Os diferentes tipos de registro (portfólios, narrativas autobiográficas, diários pedagógicos) permitem organizar melhor o pensamento e as ideias, baseados em experiências, conhecimentos e práticas vivenciadas no dia a dia.

[...] o registro ajuda a guardar na memória fatos, acontecimentos ou reflexões, mas também possibilita a consulta quando nos esquecemos. Este “ter presente” o já acontecido é de especial importância na transformação do agir, pois oferece o conhecimento de situações arquivadas na memória, capacitando o sujeito a uma resposta mais profunda, mais integradora e mais

amadurecida, porque menos ingênua e mais experiente, de quem já aprendeu com a experiência. Refletir sobre o passado (e sobre o presente) é avaliar as próprias ações, o que auxilia na construção do novo. E o novo é a indicação do futuro. (WARSCHAUER, 2017, p. 62).

Embora para muitos professores os registros de aprendizagem sejam vistos apenas como uma rotina burocrática da escola (FLORES, 2011), a habilidade de produzir síntese deve se basear em uma lógica diferente que, segundo Stenhouse (1987), abandona a ideia de que ensinar é uma rotina mecânica de gestão, pela ideia de que a escola é um lugar onde as ideias são vivenciadas na prática de forma reflexiva e criativa. Portanto, o professor não pode ser um simples técnico que aplica rotinas aprendidas em sua formação acadêmica, necessariamente deve se tornar pesquisador em sala de aula, um campo natural de sua prática, onde experimenta estratégias de intervenção adequadas ao contexto e à situação. Nesse sentido, professores inovadores não são guiados por um sistema de ensino que visa alcançar produtos de aprendizagem pré-estabelecidos, mas experimentam situações de ensino com maior potencial educacional.

A produção de diários, por exemplo, tem sido vistos há muito tempo como ferramentas de reflexão de aprendizagem docentes e aprendizado sobre ensino (ZABALZA, 1991; HOLY, 1992). Pesquisas como as Johnson (2007) e Marcos, Sanchez e Tilleman (2008), por exemplo, tem mostrado como a escrita de diários serve de apoio para auto formação de professores. Em tais pesquisas, a escrita do diário é vista como uma oportunidade de reflexão e diálogo interno e coletivo. A articulação dos pensamentos torna-se o catalisador da mudança de crenças e práticas, portanto, a investigação narrativa da escrita do diário é uma ferramenta que media o desenvolvimento profissional dos professores. Através das narrativas os professores externalizam seus conhecimentos implícitos e, em seguida, individual ou coletivamente tem maiores chances de adquirir conhecimentos e conceitos sobre ensino de forma mais significativa (JOHNSON, 2007).

Além disso, é possível encontrar diversas pesquisas sobre como o processo de escrita de diários docentes tem potencial para estimular o desenvolvimento profissional dos professores, levando-os gradativamente a ter interesse e iniciativa para publicar suas próprias reflexões sobre o processo de pesquisa educacional vivenciados (SIGNORELLI, 2016).

Outra habilidade com baixa repercussão nos planos de aulas apresentados pelos participantes refere-se à habilidade de *Propor e discutir critérios de avaliação coerentes com a natureza das atividades propostas e com as metas de aprendizagem pré-estabelecidas.*

Apenas três participantes (16,6%) demonstraram tal preocupação, tal como aparece na tabela 25.

**Tabela 25** - Excertos da habilidade de *Propor e discutir critérios de avaliação coerentes...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios (N = 3)
Avaliação/ Propor e discutir critérios de avaliação coerentes com a natureza das atividades propostas e com as metas de aprendizagem pré-estabelecidas	Avaliação contínua, considerando, atenção, participação, intervenção, entrega dos trabalhos e respeito as ideias contrárias dos colegas (PED01AI, §24)  Tendo os professores papel fundamental na organização e na avaliação dos alunos (QUI01EM, §9)  A avaliação se dará de forma contínua considerando os critérios e instrumentos desenvolvidos ao longo do processo (BIO01AF, §22)

**Fonte:** Elaborado pela autora

Já a algum tempo há um consenso em torno da necessidade de se superar o modelo de avaliação meramente classificatória em prol de um modelo de avaliação reguladora, orientadora e formativa (SILVA; MORADILLO, 2002). Dessa forma os professores aumentariam as chances de efetivamente: detectar dificuldades e progressos dos alunos; interpretar informações para saber como os estudantes pensam e adaptar e regular o ensino com vistas ao sucesso usando eventuais erros como fonte de aprendizagem

Se quisermos que os alunos construam sua habilidade na condução de atividades de ensino por investigação, desenvolvendo argumentos fundamentados ou comunicando suas ideias, é essencial que eles saibam e discutam critérios claros que serão considerados durante as apresentações de trabalhos, demonstrações, resolução de problemas, construção de modelos, debates (CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015). No entanto, principalmente quando os alunos são iniciantes em atividades dessa natureza e os professores são novatos em comunicar aos alunos quais são suas expectativas para um desempenho de alto nível, geralmente há confusões sobre os conceitos atribuídos pelo professor que, para muitos alunos, podem parecer muito subjetivos e não confiáveis (ALLEN; TANNER, 2006).

Segundo Allen e Tanner (2006), uma das formas de resolver esse problema é estabelecer e discutir previamente com a turma todos os critérios que serão utilizados para avaliar as atividades e atitudes em aula por meio do uso das chamadas rubricas. Rubricas podem ser projetadas tanto para formular padrões para níveis de realização e para orientar e melhorar o desempenho, quanto também podem ser usadas para tornar esses padrões claros e explícitos para os alunos. Cada vez mais exemplos do uso de rubricas estão sendo produzidos e testados em uma variedade de contextos e aplicações de ensino por investigação (por exemplo, LUFT, 1999; BODZIN; BEERER, 2003; LUNSFORD; MELEAR, 2004).

Ao debater com os alunos nossas expectativas para escrever um relatório de experimento, por exemplo, muitas vezes começamos com uma lista das qualidades de um excelente relatório para orientar seus esforços para uma conclusão bem-sucedida; podendo nos inspirar em nosso conhecimento de como os cientistas relatam suas descobertas em periódicos revisados por pares para desenvolver a lista. Esta lista de critérios é facilmente transformada em uma folha de pontuação (para retornar com a atribuição avaliada) pela adição de caixas de seleção para indicar uma decisão “sim-não” sobre se cada critério foi atendido ou até que ponto foi cumprido. Tal *checklist* de fato tem uma série de características fundamentais em comum com uma rubrica e é um bom ponto de partida para começar a construir uma rubrica (ALLEN; TANNER, 2006)

Quando usadas como ferramentas de ensino, as rubricas não só explicitam os padrões do instrutor e resultam em classificação, mas podem dar aos alunos uma noção clara de quais são as expectativas de um alto nível de desempenho em uma determinada tarefa, e como elas podem ser atendidas (LUFT, 1999).

Do ponto de vista do professor, embora o tempo gasto no desenvolvimento de uma rubrica possa ser considerável, uma vez prontas, as rubricas podem agilizar o processo de avaliação. Quanto mais específica a rubrica, menor a exigência de *feedback* escrito para cada aspecto a ser avaliado na tarefa. Além disso, os alunos terão melhores condições de compreender os *feedbacks* informativos que foram previamente discutidos com a turma, na ocasião da exposição/discussão das diferentes rubricas (LUNSFORD; MELEAR, 2004).

Quando as informações das rubricas são analisadas, um registro detalhado do progresso dos alunos para atender aos resultados desejados pode ser monitorado e, em seguida, fornecido aos alunos para que eles também possam mapear seu próprio progresso e melhoria. Com cursos ministrados por equipe ou várias seções do mesmo curso, as rubricas podem ser usadas para tornar os padrões do corpo docente explícitos uns aos outros, e para calibrar expectativas subsequentes (ALLEN; TANNER, 2006). Inclusive, rubricas bem elaboradas podem ser criticamente importantes quando o processo de ensino-aprendizagem-avaliação de atividade de ensino por investigação está sendo acompanhado por professores-estagiários em formação inicial (WANG, SNEED, WANG, 2020).

Finalmente, por sua própria natureza, as rubricas incentivam a prática reflexiva por parte de alunos e professores. Em particular, o ato de desenvolver uma rubrica, sendo ou não posteriormente utilizada, instiga uma poderosa consideração dos valores e expectativas para a aprendizagem dos alunos, e até que ponto essas expectativas se refletem nas práticas reais em

sala de aula. Se as rubricas são usadas no contexto da revisão por pares dos alunos sobre seu próprio trabalho ou de outros, ou se os alunos estão envolvidos no processo de desenvolvimento da rubrica, esses processos podem estimular o desenvolvimento de sua capacidade de se tornarem auto direcionados e ajudá-los a desenvolver *insights* sobre como eles e outros aprendem (LUFT, 1999).

**Tabela 26** - Excertos da habilidade de *Estimular e orientar a produção de sínteses...*

Habilidades didáticas	Trechos categorizados como indícios (N = 13)
Avaliação/ Estimular e orientar a produção de sínteses do que foi aprendido (esquemas, memórias, mapas conceituais, infográficos etc.)	<p>Tudo deve ser anotado e gravado a fim de posterior feedback [...§8] E anotem o que pesquisaram [...§16] Proponha a reconstrução do texto, ou que escolham um tipo de poluição. E assim façam um texto explicativo que aponte sugestão de como o homem poderá melhorar essa problemática [...§22] Revisão das perguntas iniciais mas escritas no quadro, converse sobre o que eles mudariam ou complementariam, peça que registrem em um papel e entreguem [...§26] (PED01AI)</p> <p>No terceiro momento se teria as orientações para a construção das narrativas de cada parte do júri e a organização da postura judicial e social no estabelecimento penal [...§8] Na última etapa da atividade, os alunos deveriam redigir um texto expondo o que aprenderam com a atividade, como os conceitos científicos podem auxiliar no entendimento e na solução de problemas do cotidiano e como podemos utilizar a Química para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária [...§10] (QUI01EM)</p> <p>No último encontro para abordar esse tema, as equipes serão novamente formadas e a professora solicitará que cada equipe elabore um cartaz sobre qualquer assunto referente ao conteúdo que foi estudado [...§18] Cada equipe apresentará sua produção para a turma e a professora deve fazer as considerações necessárias [...§20] (BIO01AF)</p> <p>Cada aluno durante a aula passeio devera fotografar, observar, fazer anotações durante a visita [...§8]. Cada grupo deverá escolher a fotografia cuidadosamente um tipo de planta, para na próxima aula socializar sua estrutura, função e importância [...§10] Encerrando a atividade um painel será construído para exposto em toda a escola [...§11] (BIO02EM)</p> <p>[...] posteriormente deverão responder a algumas perguntas e construir um pequeno texto em grupo como sistematização da primeira estação [...§9] Ao final responderão a um pequeno questionário e como sistematização construirão uma história em quadrinhos contando brevemente sobre a importância das florestas [...§10] Após as leituras o grupo de alunos deverá responder as perguntas de seu roteiro e como sistematização do estudo, construir um pequeno mapa conceitual [...§11] Como sistematização das atividades o grupo deverá construir um vídeo usando o aplicativo Vídeo Show [...§12] (INT01AI)</p> <p>[...] com isso os líderes iriam juntar todos esses conceitos em um só, para termos o conceito final [...§2] registros por meio de fotos, filmagens, anotações e possíveis contribuições dos próprios alunos para os acontecimentos naquela localidade. Dessa forma ao final da trilha teríamos várias coletas de dados daquele lugar para que na próxima aula nós pudéssemos fazer várias atividades em grupo com esse material coletado, como jogos lúdicos que envolva uma trilha, pequenos jornais ecológicos, algumas paródias, e até mesmo uma dramatização com o tema abordado [...5] (BIO03AF)</p> <p>Em seguida pediremos as crianças que separem as imagens de acordo com o lixo encontrado no chão e assim construiremos um painel [...§13] afim de compartilharmos essa informação com a comunidade escolar construiremos um novo painel em que as crianças irão colar fotos de objetos que vão para o lixo como; plástico, vidro, papel e</p>



depois colocaremos as informações sobre seu período de deterioração na natureza [...§14] (PED02EI)

Depois, os alunos divididos em grupos de 4 ou 5, serão ajudados pela professora à construção de novas histórias (o reconto a partir da história contada pela professora). Os alunos apresentarão suas histórias com uso de fantoches (PED03AI, §31)

Atividade escrita de produção textual, respondendo a pergunta colocada no quadro: diante deste cenário o que é possível fazer para melhorarmos ambientalmente o espaço escolar e diminuir a produção de resíduos neste local? (PED04AI, §19)

Em seguida, após a pesquisa no laboratório de informática, os estudantes terão que retornar a sala de aula, o professor terá que ler novamente a questão/problema e discutir junto à classe as observações e registros feitos ao longo da pesquisa (BIO04AF, §15)

Ao término da aula, passei uma tarefa para trazerem uma fruta de sua preferência na próxima aula, e uma pesquisa sobre ela, falando a respeito da origem, cultivo, vitaminas, etc... para apresentarem na próxima aula [...§4] No final fizemos um mural com as fotos que registrei no decorrer dos trabalhos em sala de aula. E fizemos uma apresentação das músicas, jogue o lixo no lixo (Newton Heliton) e as roupas foram sacos de lixos preto com embalagens dos lanches das crianças coladas, como forma de impactar a comunidade, para reaproveitarmos tudo que podemos [...§12] (PED05AI)

Gostaram do filme? Do que ele trata? Qual a descoberta que o menino realizou? Quais os impactos de tal descoberta/ação para sua comunidade? [...§43] Construam um relatório das atividades de hoje [...§58] (BIO05AF)

Com o término dessas análises qualitativas, pede-se para o alunado a confecção de relatórios sobre tudo observado, relacionando com a questão do saneamento básico do seu bairro, conseqüentemente da sua cidade (QUI02EM, §46)

**Fonte:** Elaborado pela autora

A tabela 26 mostra que a grande maioria dos participantes (13; 72,2%) mencionou em seus respectivos planos alguma atividade de registro e/ou síntese do que foi tratado em aula. A de maior incidência entre as habilidades relacionadas à dimensão *Avaliação*, como pode ser visto nos tabela 24, 25 e 26. Esse fato, é um aspecto deveras positivo, uma vez que a produção de registros é um fator essencial para a avaliação da aprendizagem, tanto para o professor quanto para os próprios alunos.

Todavia, muito além de gerar registros que possam servir de parâmetros de análise da aprendizagem dos estudantes, a habilidade de *estimular e orientar a produção de sínteses do que foi aprendido* também pode ser crucial para a aquisição e desenvolvimento de habilidades metacognitivas dos estudantes, uma vez que o processo de (re)elaboração de sínteses, tais como mapas conceituais, por exemplo, dão oportunidades para que alunos pratiquem condutas de planejamento, monitoramento e regulação do próprio pensamento e das próprias ações (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Não é a toa que, além das habituais técnicas de resumo ou descrições por escrito, mencionadas por alguns dos participantes, diversos pesquisadores educacionais, há algum tempo, tem recomendado a utilização de diferentes técnicas de representação do conhecimento que retratem de maneira mais prática e não convencional os conhecimentos prévios e aprendizagem dos alunos, para assim poder contrastá-las com as concepções científicas que se esperam que eles aprendam (EPPLER, 2006)

A utilização de diferentes organizadores gráficos para auxiliar no ensino de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais tem sido objeto de pesquisa na área de educação em ciências a mais de trinta anos (EPPLER, 2006). Desde então, o uso didático de mapas conceituais, diagramas V e organogramas, por exemplo, têm sido amplamente pesquisado e disseminado em salas de aula de ciências de diferentes níveis e modalidade de ensino. Um dos motivos alegados é justamente que esse tipo de ferramenta educativa, além de promover a aprendizagem significativa, estimula o desenvolvimento das chamadas habilidades metacognitivas (NOVAK, 1990)

Como já foi mencionado anteriormente (ver discussão dos resultados da tabela 22), de maneira geral, a pesquisa básica sobre metacognição tem investigado como indivíduos compreendem e regulam sua própria cognição. Ou seja, a forma como uma pessoa se autoquestiona e toma decisões a respeito do que está aprendendo ou quer aprender, pois, teoricamente, são as habilidades de caráter metacognitivo que habilitam o indivíduo a perceber melhor suas afinidades e/ou dificuldades com determinado problema e planejar e avaliar a execução das tarefas cognitivas necessárias a esse aprendizado (THOMAS, 2012; CONTENTE; BRABO; GOMES, 2019).

No curso da composição de sínteses, no decorrer de sua confrontação com versões preliminares ou sínteses dos professores e colegas, e no tempo de sua reconfiguração, o aluno é levado a refletir criticamente sobre suas realizações e seus percursos cognitivos escolhidos na produção dos resultados alcançados. Desse modo, a produção de sínteses permite-lhe, contínua e progressivamente, aprender a pensar sobre seu pensamento e sobre suas realizações, a desenvolver a capacidade de conhecer-se - cognitiva, procedimental e emocionalmente (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Gunstone (1994) e White (1998), por exemplo, demonstraram a importância da aquisição e desenvolvimento de habilidades metacognitivas na e para a aprendizagem de conhecimentos científicos, através do envolvimento de estudantes em tarefas que continuamente lhes ofereçam oportunidades para fazer reflexões e monitoramento sistemático

e consciente de suas próprias aprendizagens. Princípios didáticos que, para os referidos autores, estão no coração das teorias construtivistas de mudança conceitual.

Segundo Souza e Boruchovitch (2010), na promoção de uma aprendizagem mais autorregulada, a elaboração de mapas conceituais, por exemplo, contribuem para a aquisição, o armazenamento e/ou a utilização da informação.

Os mapas, ao viabilizarem ao aluno: compreender o significado dos conteúdos, relacionando-os aos seus conhecimentos prévios; avaliar continuamente o que está realizando; e, em consequência, implementar esforços para aprender o que apenas se enuncia como possibilidade, favorecem o ‘processamento profundo’, ou aprendizagem por reestruturação, que constitui atividade mental que redundará na ‘[...] construção de um novo conhecimento em forma de novas proposições’, de tal forma que o novo conhecimento elaborado (isto é, construído e aprendido) não é cópia do estímulo recebido pelos sentidos e nem repetição do que já se sabia. É uma formulação nova, aliás, marcada pelas peculiaridades do aprendiz, em função de seus conhecimentos prévios (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010, p. 206)

Inúmeras pesquisas têm demonstrado o valor didático do uso de mapas conceituais, inventados na década de 1970 por Joseph Novak, principalmente em atividades de compreensão conceitual e resolução de problemas em aulas de ciências da educação básica (NOVAK, 1990). Além deles há outros muitos tipos organizadores gráficos que podem ser utilizados com fins didáticos em atividades de ensino por investigação de natureza construtivista: diagramas V (NOVAK, 1990); padrão de Toulmin (NASCIMENTO; VIEIRA, 2008), infográficos (CONTENTE; BRABO; GOMES, 2019); KWL (CARR; OGLE, 1987), entre outros.

Embora todos apresentem um certo potencial educativo, cada tipo possui vantagens e desvantagens. É importante que os professores conheça-os e use-os alternativamente em diferentes tarefas, até mesmo para aumentar o efeito da novidade e mitigar o problema da eventual rotinização de estratégias inovadoras (TSAY; KOFINAS, 2017). Além disso é importante levar em consideração que o sucesso na utilização desses instrumentos como estratégias de ensino em sala de aula depende de um período de treinamento na técnica (EPPLER, 2006). Naturalmente, também é importante que o professor, além de saber fazer o tipo específico de organizador gráfico que deseja que seus alunos elaborem, tenha embasamento teórico suficiente e noções básicas de suas respectivas aplicações.

Um dado importante, que merece atenção, refere-se à ausência de indícios de preocupações relacionadas à habilidade de *fornecer feedbacks*. Embora a professora PED01AI tenha escrito em sua sequência didática que “tudo deve ser anotado e gravado a fim de

posterior *feedback* [...§8]”, sua proposta não traz menções específicas sobre o como isso efetivamente seria realizado no decorrer das atividades.

O *feedback* é visto como um componente primário na avaliação formativa e um dos fatores que têm maior influência na aprendizagem dos estudantes (HATTIE, 2009; BLACK; WILIAM, 2010). *Feedback* geralmente é definido como informações fornecidas para um aprendiz por um agente (por exemplo, professor, familiar, livro, computador etc.) sobre aspectos de seu desempenho ou compreensão (HATTIE, 2009). Fornecer *feedback* é amplamente reconhecido como uma habilidade profissional chave para professores e uma parte crítica da avaliação formativa (BLACK; WILIAM, 2010).

Como vimos anteriormente, a avaliação formativa envolve a coleta de evidências sobre a aprendizagem do aluno através de uma variedade de métodos formais e informais de avaliação que são integrados à prática em sala de aula (LEIGHTON, 2019). As atividades de avaliação formativa podem envolver observações baseadas em processos, estratégias de questionamento e discussões, todas projetadas para sondar os conhecimentos e habilidades dos alunos com o propósito de ajudar os alunos a aprender; ou reduzir a discrepância entre o desempenho atual e desejado e ajudar os alunos a adquirir o domínio do assunto (BLACK; WILIAM, 2010).

Pesquisas como as de Hattie, Gan e Brooks (2016) e Van der Kleij, Adie e Cumming, (2017) mostraram que *feedbacks* que fornecem explicações ou informações estratégicas são geralmente mais eficazes do que simples *feedbacks* corretivos. Shute (2008) usou o termo ‘*feedback* formativo’ para denominar o tipo de *feedback* cuja informação comunicada ao aluno se destina a modificar seu pensamento ou comportamento com o propósito de melhorar a aprendizagem. A referida autora procura chamar atenção para aspectos do *feedback* que realmente têm impacto positivo na aprendizagem e sintetiza uma lista de intervenções como ‘coisas a fazer’, ‘coisas a evitar’, ‘questões de tempo’ e ‘características do aluno’. Hattie e Timperley (2007) também pesquisaram aspectos do *feedback* que influenciavam a aprendizagem de forma positiva e desenvolveram um conjunto de sugestões para melhorar a aprendizagem dos estudantes.

Pesquisas recentes em educação reconhecem cada vez mais que, se os alunos não estiverem efetivamente engajados na tarefa, o *feedback* não será eficaz no apoio à aprendizagem dos alunos (HARRIS; BROWN; HARNETT, 2014; WINSTONE; NASH; PARKER; ROWNTREE, 2017). A falta de engajamento tem sido relatada para ocorrer se os alunos não perceberem o *feedback* como útil, não notarem nenhum *feedback*, não entenderem

o *feedback*, não tiverem tempo ou oportunidade de usá-lo, ou não estiverem dispostos ou aptos a usá-lo (GAMLEM; SMITH, 2013).

Essas perspectivas são bem fundamentadas em pesquisas e trazem informações úteis para entender como o *feedback* melhora o aprendizado. Obviamente a grande maioria das escolas e sistemas de ensino ainda não desenvolveram plenamente a cultura de avaliação para a aprendizagem e ainda está muito centrada no paradigma de ensino para testes (MOREIRA, 2018).

Por isso é tão importante continuar pesquisando e disseminando eventuais benefícios e vantagens educacionais que abordagens construtivistas de ensino e uma cultura de avaliação formativa traria a médio e longo prazo. Isso requer que professores, alunos e outros membros da sociedade trabalhem juntos no desenvolvimento de metas, definição de critérios, fornecendo *feedback* uns aos outros e explorando como tais informações podem usadas para aprimorar a aprendizagem dos alunos e incrementar o desenvolvimento profissional dos professores.

### 4.3 Análises quantitativas do PAHD

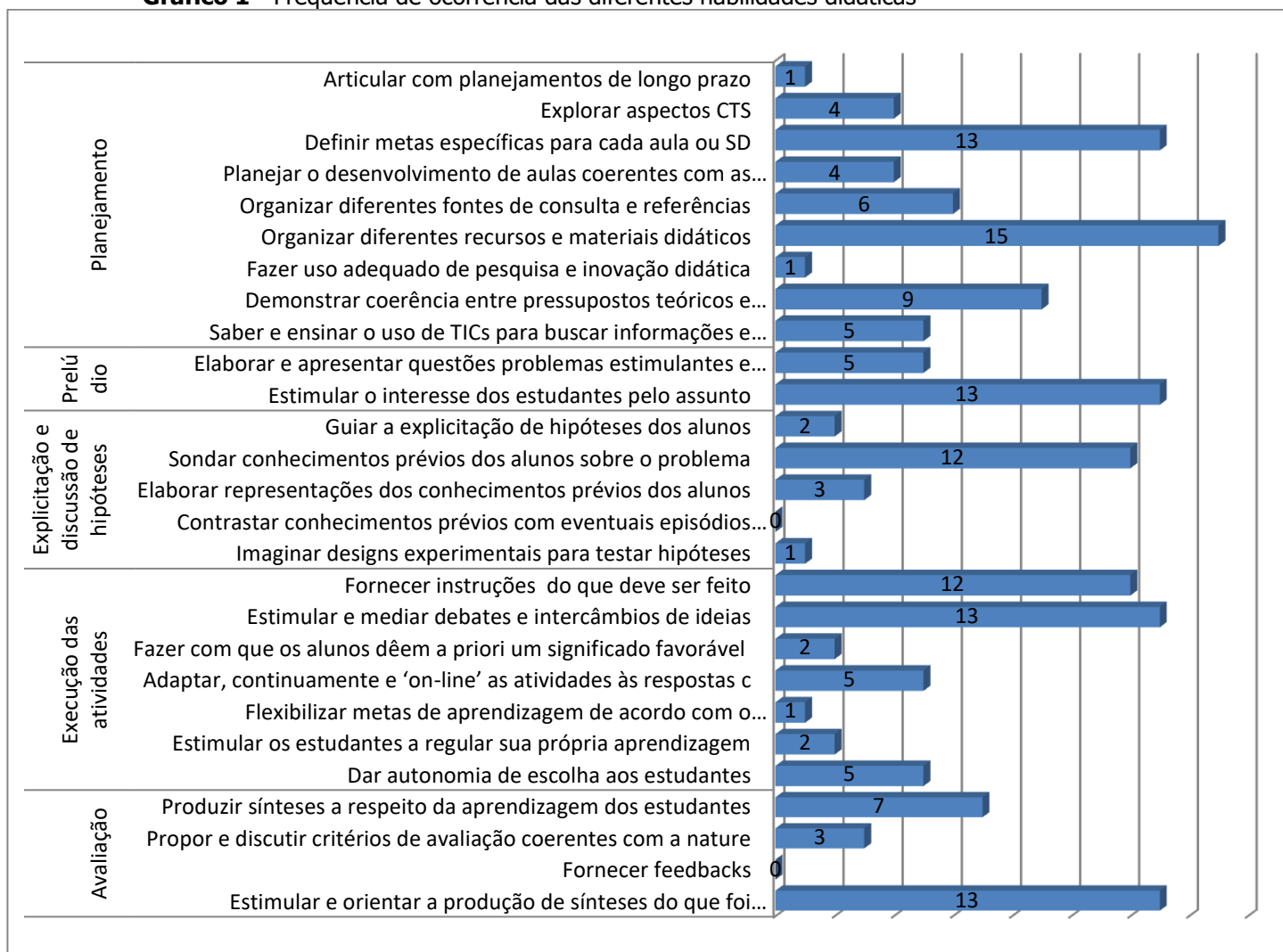
Para possibilitar uma análise global dos resultados foram elaborados gráficos que mostram os dados quantitativos obtidos após a análise de conteúdo das sequências didáticas elaboradas pelos participantes.

O gráfico 1 mostra a quantidade de participantes que apresentaram indícios das respectivas 27 habilidades didáticas propostas. Nele é possível observar que apenas 7 (sete) habilidades tiveram alta frequência de indícios detectados nos planos de aulas examinados. Vejamos cada uma delas, organizadas nas respectivas dimensões propostas.

Na dimensão ‘Planejamento’, destacam-se as habilidades de *Organizar diferentes materiais didáticos para as atividades* (15 ocorrências) e *Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática* (13 ocorrências), ambas apresentadas por mais de metade de participantes investigados. Como foi discutido na seção anterior, a grande incidência de ambas pode ser um reflexo da tradição de planejamento sistemático iniciada na década de 1960 por obras como as de Taylor (1950) e Mager (1962). Metade dos participantes também demonstrou indícios de *coerência entre pressupostos teóricos e propostas didáticas*. Algo muito importante para a realização de aulas coerentes e didaticamente fundamentadas. Por outro lado, as demais 6 (seis) habilidades referentes a dimensão ‘Planejamento’ tiveram baixa incidência entre os participantes. Principalmente as habilidades de *Articular atividades com*

*planejamentos de longo prazo* e a de *Fazer uso de pesquisa e inovação didática* que, como foi discutido na seção anterior, são essenciais para a preparação e execução de aulas, sejam elas de natureza construtivista ou não.

**Gráfico 1** - Frequência de ocorrência das diferentes habilidades didáticas

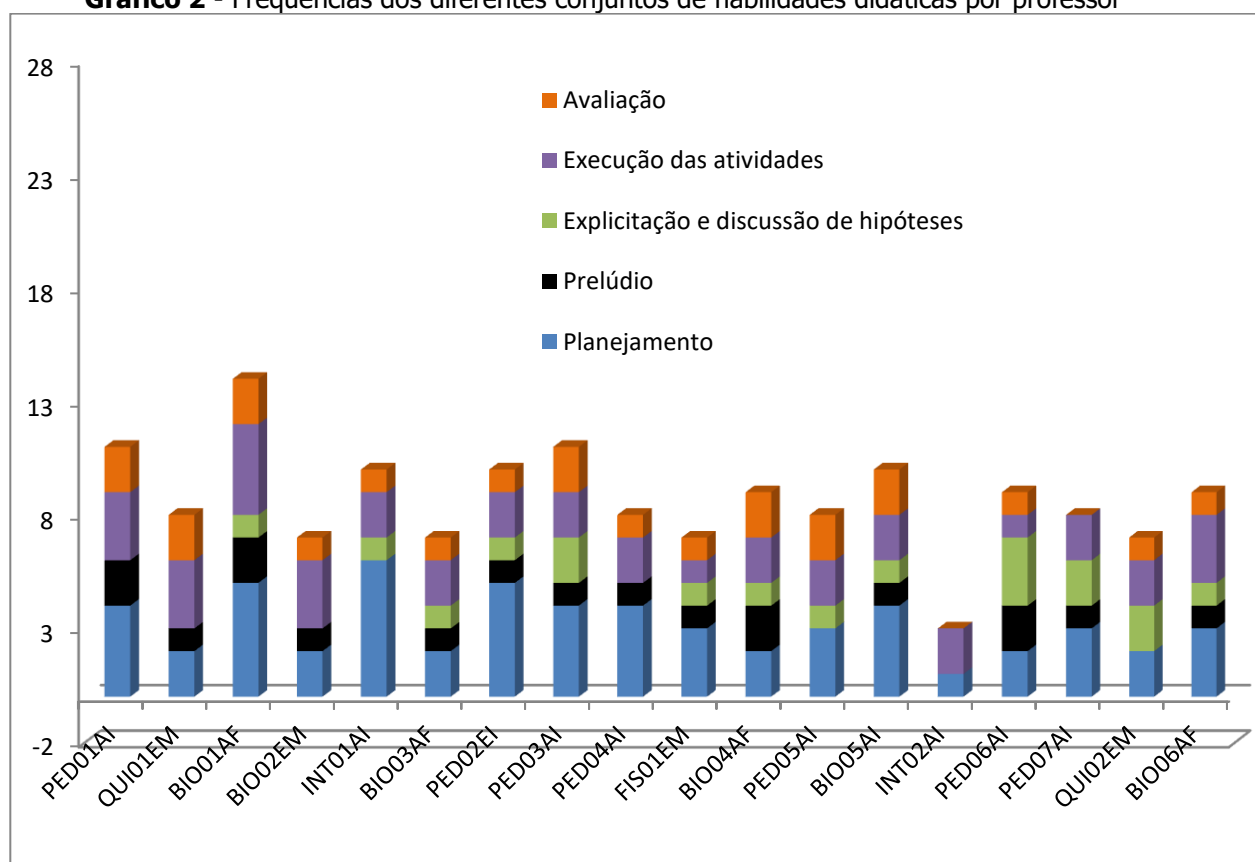


**Fonte:** Elaborado pela autora

As duas habilidades pertencentes a dimensão denominada nesta pesquisa de 'Prelúdio' também apresentaram uma significativa diferença de ocorrências. Enquanto a habilidade de *Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto* apareceu com bastante frequência nas propostas de sequencias didáticas dos participantes, o mesmo não aconteceu de com a habilidade de *Elaborar e apresentar questões problemas estimulantes e pertinentes*. Essa última, como foi discutido na seção anterior, uma habilidade chave para pôr em prática aulas eminentemente construtivistas, cujos indícios foram encontrados nos planos de aula de apenas 5 (cinco) participantes.

Das cinco diferentes habilidades categorizadas na dimensão ‘Explicitação e discussão de hipóteses’, apenas a habilidade de *Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema* apresentou boa frequência entre os participantes. As demais parecem terem sido amplamente negligenciadas nas propostas de sequencias didáticas dos participantes, principalmente a habilidade de *Contrastar conhecimentos prévios com eventuais episódios da História da Ciência*, cujos indícios não foram encontrados nas propostas de nenhum dos participantes.

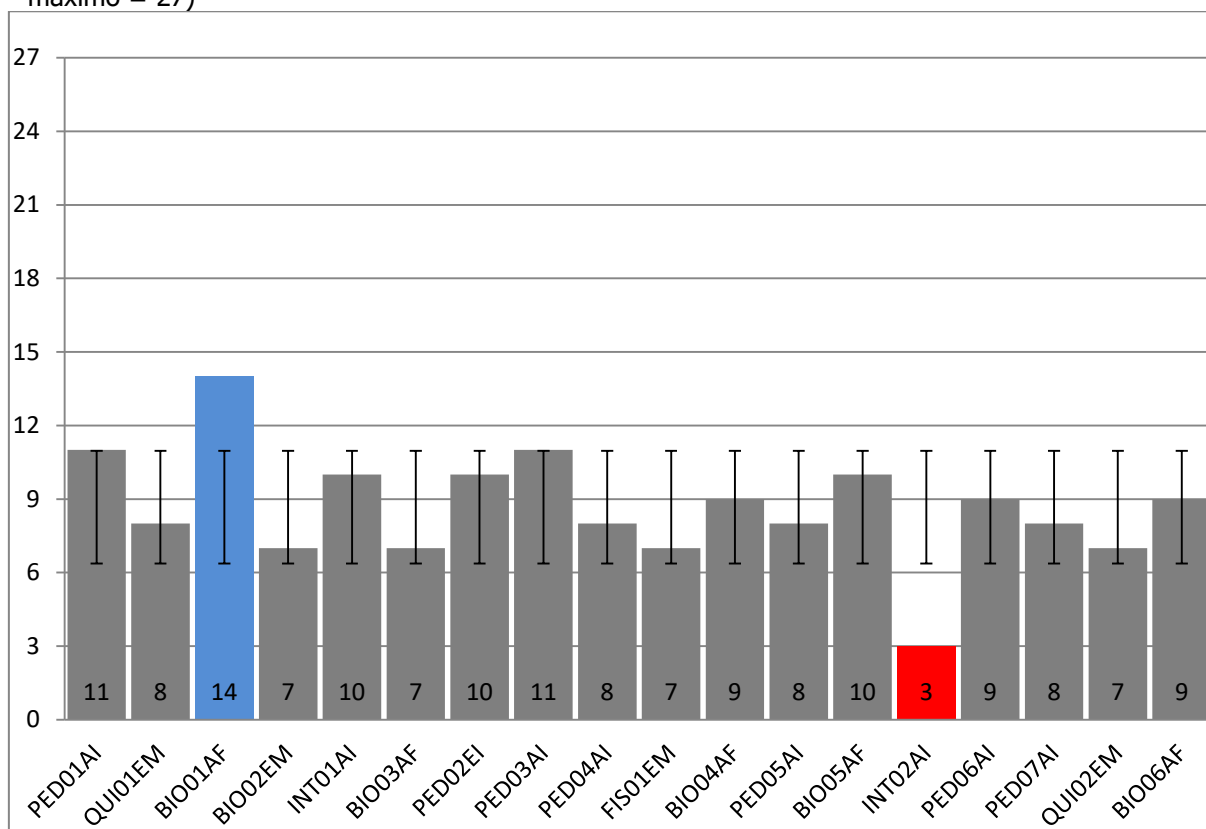
**Gráfico 2** - Frequências dos diferentes conjuntos de habilidades didáticas por professor



**Fonte:** Elaborado pela autora

O gráfico 3 apresenta a distribuição de ocorrência de indícios das diferentes dimensões de habilidades entre os participantes. Nele é possível perceber que, com exceção de um participante (BIO01AF) os demais apresentaram menos da metade das 27 habilidades propostas. No gráfico 2 também é possível notar que indícios de habilidades que mais apareceram entre os participantes referem-se às dimensões de ‘Planejamento’, ‘Execução de atividades’ e ‘Avaliação’. Habilidades referentes às dimensões de ‘Explicitação e discussão de hipóteses’ e ‘Prelúdio’ acabaram sequer aparecendo nas propostas de alguns participantes.

**Gráfico 3** - Dispersão das frequências da soma de habilidades didáticas dos professores (valor máximo = 27)



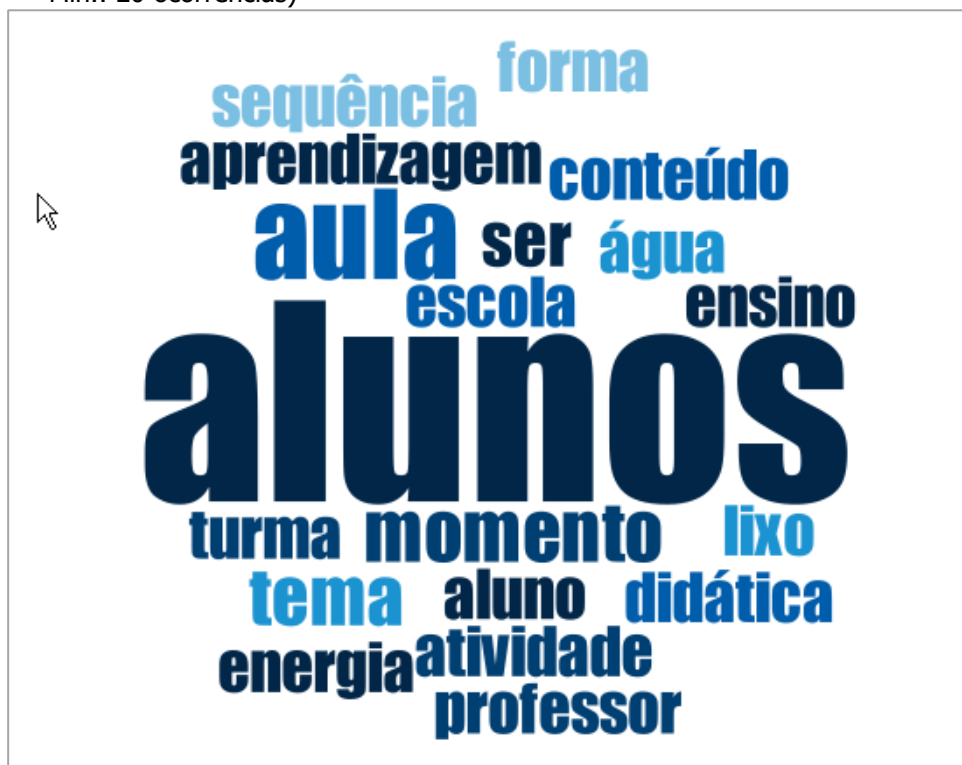
**Fonte:** Elaborado pela autora

Em termos da somatória de diferentes habilidades didáticas, o gráfico 3 mostra que, com exceção de dois professores (BIO01AF, 14 e INT02AI, 3), as somas das ocorrências de habilidades didáticas dos professores mantiveram-se próximas a média de 8,5 ocorrências (dentro dos limites do desvio padrão). Ou seja, aproximadamente 1/3 das 27 habilidades didáticas visadas. Também podemos observar que há apenas dois valores atípicos: BIO01AF, com 14 habilidades registradas, ou seja, bem acima da média de 8,5 habilidades e INT02AI, com apenas 3 habilidades registradas, ou seja, bem abaixo da média dos participantes.

A nuvem de palavras gerada a partir do software MAXQDA (Figuras 1 e 2), embora possa expressar um certo foco na aprendizagem dos estudantes (alunos, aprendizagem, atividade) mostra também muitos elementos frequentemente relacionados ao conteúdo das aulas (conteúdo, tema, energia, água, lixo), deixando esquecidos elementos mais relacionados a aulas de natureza construtivista, como, por exemplo: problema, investigação, hipóteses e *feedback*.



**Figura 1** - Nuvem de palavras dos textos dos planos de aulas (N = 18, Freq. Mín.: 20 ocorrências)



**Fonte:** Elaborado pela autora

**Figura 2** - Dados quantitativos da nuvem de palavras dos textos dos planos de aulas (N = 18, Freq. mín.: 20 ocorrências)

Nuvem de palavras: Frequências de palavras

De 18 documentos (5764 total de palavras) 2313 Palavras (TTR = 0,4013)

Palavra	Comprimento ...	Frequência	%	Ranking	Documentos	Documentos %
alunos	6	93	1,61	1	17	94,44
aula	4	58	1,01	2	18	100,00
momento	7	39	0,68	3	12	66,67
tema	4	35	0,61	4	12	66,67
ser	3	34	0,59	5	14	77,78
forma	5	30	0,52	6	13	72,22
ensino	6	29	0,50	7	16	88,89
sequência	9	28	0,49	8	11	61,11
água	4	26	0,45	9	5	27,78
aprendizagem	12	26	0,45	9	12	66,67
turma	5	26	0,45	9	11	61,11
atividade	9	25	0,43	12	10	55,56
escola	6	25	0,43	12	12	66,67
didática	8	24	0,42	14	10	55,56
aluno	5	22	0,38	15	13	72,22
professor	9	22	0,38	15	6	33,33
conteúdo	8	21	0,36	17	10	55,56
energia	7	21	0,36	17	2	11,11
lixo	4	20	0,35	19	2	11,11

**Fonte:** Elaborado pela autora

#### 4.4 Resultados do TOSLS e análise de correlação de habilidades

Nesta seção primeiramente serão apresentados e discutidos os resultados do Teste de Habilidade de Letramento Científico (TOSLS) respondido pelos participantes dessa pesquisa. Em seguida serão apresentados os resultados do contraste entre os resultados do TOSLS e do Protocolo de Análise de Habilidades Didáticas (PAHD).

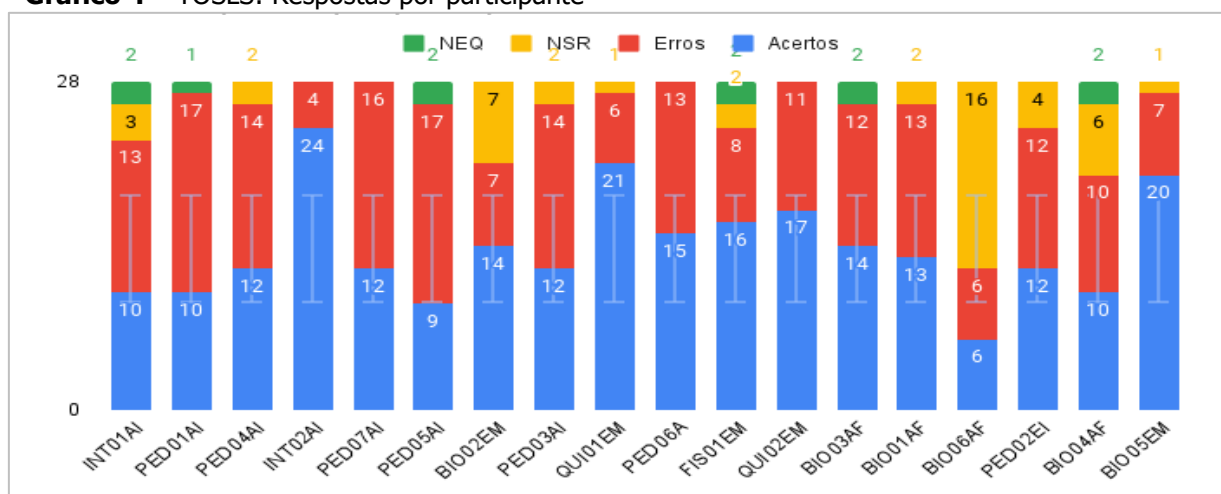
**Tabela 27** - Estatísticas descritivas de acertos do TOSLS

N	18	Mínimo	6
Média acertos	13,0	Máximo	24
Desvio Padrão	4,47	Mediana	12,0
Soma	234	Moda	9,0

**Fonte:** Elaborado pela autora

Primeiramente a tabela 27 apresenta a estatísticas descritivas do teste. Nela podemos ver que, das 28 questões do TOSLS, a média de acertos dos participantes ficou em 13 acertos. O maior número de acertos foi obtido pelo professor INT02AI (24 acertos) e o menor pela professora BIO06AF (6 acertos). Ambos os casos foram considerados atípicos, pois excedem o limite do desvio de 4,47 pontos acima ou abaixo da média, que, neste caso, englobam 77,7% dos participantes, ou seja, 77,7% dos participantes obtiveram  $12 \pm 4,47$  acertos. Um número bem abaixo dos 75% de acertos (21 ou mais acertos) considerados pelos elaboradores do instrumento como um indicativo de um nível adequado de letramento científico (GORMALLY et al., 2012).

**Gráfico 4** – TOSLS: Respostas por participante



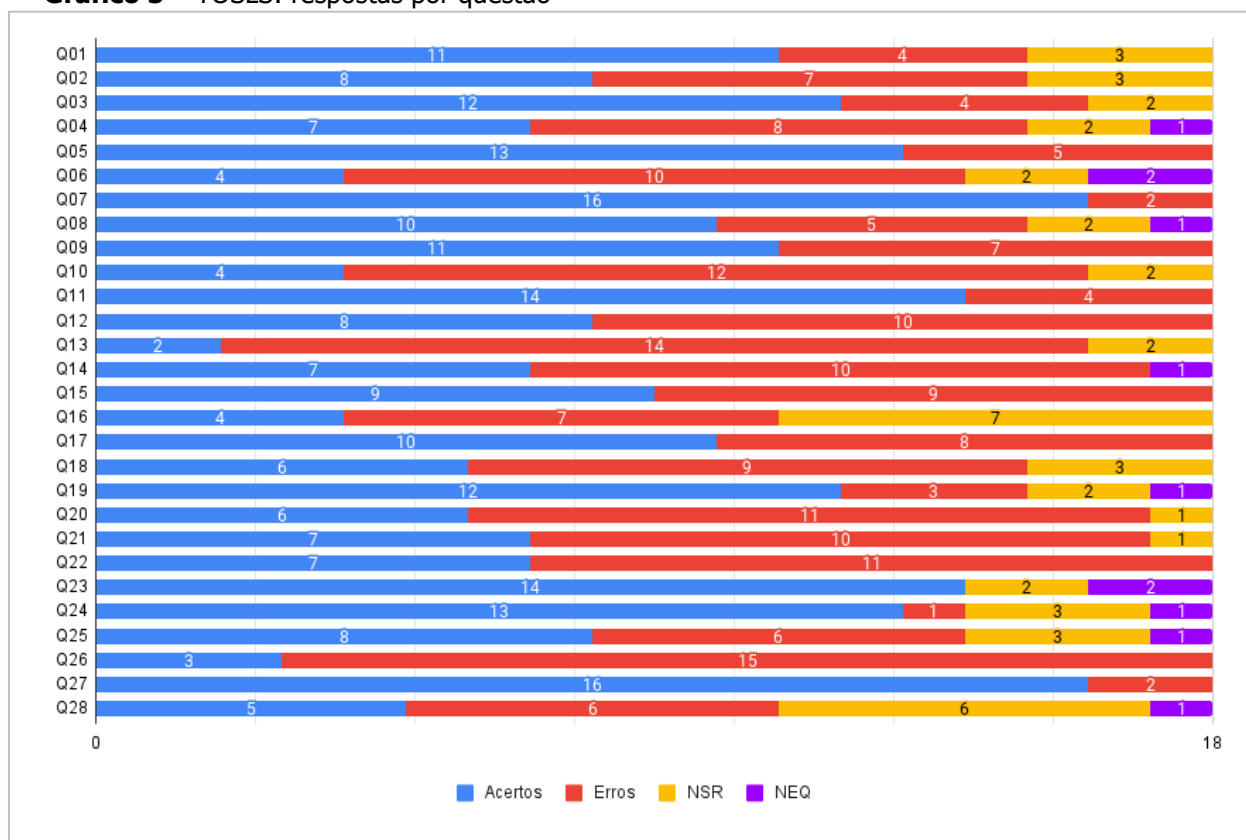
**Fonte:** Elaborado pela autora

O gráfico 4 apresenta os resultados de cada participante por tipo de alternativa assinalada para cada questão. Nele é possível observar a enquadramento da maioria dos casos

dentro desvio padrão e quatro casos atípicos (INT02AI, 24; QUIM02EM, 21; BIO06AF, 6 e BIO05EM, 20). No referido gráfico também é possível observar a frequência de erros e escolha das alternativas *Não entendi a questão* (NEQ) e *Não sei a resposta* (NSR).

O gráfico 5 apresenta o perfil de repostas por questão. Nele é possível observar que as questões 13 e 26 foram as que os participantes mais assinalaram alternativas equivocadas, apenas 2 e 3 participantes, respectivamente, acertaram a resposta considerada correta. A questão 13 está relacionada a habilidade específica de *reconhecer possíveis interferências e vieses em pesquisas* [H4] e a questão 26 à habilidade *específica de avaliar a validade de fontes de informação* [H2]. O referido gráfico também mostra que as questões 7 e 27 tiveram a maior quantidade de acertos entre os participantes. A primeira faz parte do rol de questões relacionadas com a habilidade específica de *Interpretação de gráficos* [H6] e a segunda com habilidade *avaliar o uso indevido de informação científica* [H3].

**Gráfico 5** – TOSLS: repostas por questão

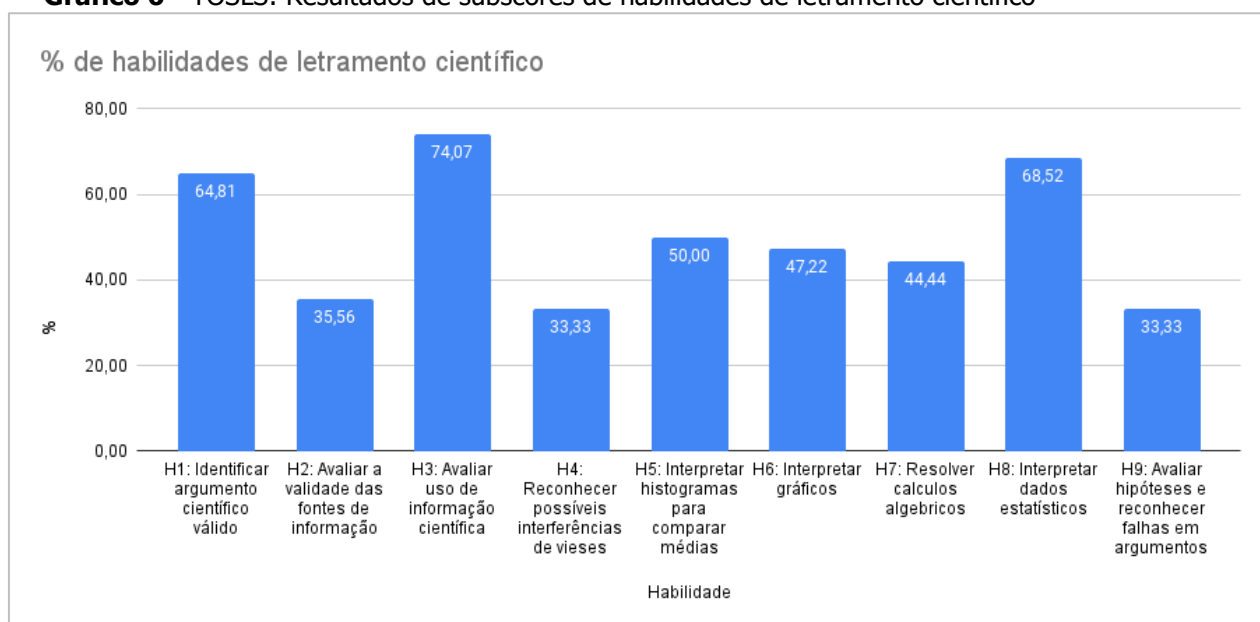


Para que se possa ter uma visão mais detalhada do desempenho dos participantes em cada uma das habilidades específicas do TOSLS foi traçado um gráfico que mostra porcentagem de acertos no conjunto de questões de cada habilidade específica (Gráfico 6).

Por exemplo, a habilidade de identificar argumento científico válido é medida pela somatória de acertos nas questões 01, 08 e 11. Com isso é possível observar que os

participantes obtiveram melhor desempenho nas habilidades de *Avaliar o uso indevido de informações científicas* [H3] (74,07%), *Interpretar dados estatísticos* [H8] (68,52%) e *Identificar argumentos científicos válidos* [H1] (64,81), um desempenho mediano nas habilidades de *Interpretar histogramas* [H5] (50,00%), *Interpretar gráficos* [H6] (47,22%) e *Resolver cálculos algébricos* [H7] (44,44%), e um fraco desempenho nas habilidades de *Avaliar a validade das fontes de informação* [H2] (35,56%), *Reconhecer possíveis interferências e vieses* [H4] (33,33%) e *Avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos* [H9] (33,33%). Tais níveis de desempenho por habilidade se aproximam bastante dos resultados obtidos por outro grupo de professores que também responderam ao TOSLS (GOMES; ALMEIDA, 2016).

**Gráfico 6** - TOSLS: Resultados de subscores de habilidades de letramento científico



**Fonte:** Elaborado pela autora

Para efetuar o contraste e analisar possíveis correlações entre os escores de habilidade de letramento científico e habilidade didáticas, usando funções do software *Jamovi* (versão 2.2.5), foram calculadas estatísticas descritivas e uma matriz de correlação de diferentes variáveis quantitativas obtidas mediante a tabulação de dados, que serão discutidas a seguir.

A tabela 28 contém as estatísticas descritivas, separando os participantes em subgrupos relacionados aos respectivos níveis de ensino nos quais atuam como docentes. Nela é possível observar que os participantes que atuam em turmas dos anos finais do ensino fundamental, desconsiderando o caso único da professora que atua na educação infantil, obtiveram uma média de escores de habilidades didáticas um pouco maior que os demais

grupos. Por outro lado, o subgrupo de participantes que atuam nos Anos Finais do EF obteve a menor média de escore total do TOSLS, com os participantes que atuam no Ensino Médio apresentando, em média, o melhor desempenho no referido teste.

**Tabela 28** – Médias do TOSLS e PAHD por subgrupos de nível de atuação

	Nível de atuação	N	Média	DP	Min.	Max.
Total_HD	Anos iniciais – EF	8	8.50	2.56	3	11
	Ensino Médio	5	7.80	1.30	7	10
	Anos finais – EF	4	9.75	2.99	7	14
	Educação Infantil – EF	1	10	–	10	10
Total_LC	Anos iniciais – EF	8	13.00	4.81	9	24
	Ensino Médio	5	17.60	2.88	14	21
	Anos finais – EF	4	10.75	3.59	6	14
	Educação Infantil – EF	1	12	–	12	12

Fonte: Elaborado pela autora

A tabela 29 mostra que tanto o subgrupo de graduados em pedagogia quanto os graduados em Biologia obtiveram, em média, um escore total do PAHD levemente maior que a dos demais subgrupos. Por outro lado, os maiores escores do TOSLS foram obtidos pelos participantes graduados em Química. É importante observar que a média de 17 pontos do TOSLS obtidos pelo subgrupo de graduados em Lic. Integrada foi ocasionada pelo caso atípico e pelo fato do referido subgrupo ter apenas dois componentes, tal discrepância é evidenciada pelo desvio padrão de 9,89, bem acima dos demais subgrupos.

**Tabela 29** - Médias do TOSLS e PAHD por subgrupos de curso de graduação

	Graduação	N	Média	DP	Min.	Max.
Total_HD	Pedagogia	7	9.00	1.38	8	11
	Química Lic.	2	7.50	0.70	7	8
	Biologia Lic.	6	9.00	2.58	7	14
	Integrada Lic.	2	6.50	4.95	3	10
	Física Lic.	1	7	–	7	7
Total_LC	Pedagogia	7	12.00	1.89	9	15
	Química Lic.	2	19.00	2.83	17	21
	Biologia Lic.	6	13.50	4.66	6	20
	Integrada Lic.	2	17.00	9.89	10	24
	Física Lic.	1	16	–	16	16

Fonte: Elaborado pela autora

Os resultados expressos nas tabelas 28 e 29 demonstram que, quando as médias dos escores totais do TOSLS e PAHD dos diferentes subgrupos é calculada, ocorre uma variação irregular entre elas. Infelizmente, por conta do pequeno tamanho da amostra, existência de

subgrupos com apenas um indivíduo e diferenças significativas na quantidade de indivíduos em cada subgrupo, não foi possível fazer uma análise de variância, o que permitiria calcular parâmetros estatísticos e estimar quantitativamente possíveis semelhanças ou diferenças de variação das médias nos diferentes subgrupos.

Finalmente, para avaliar estatisticamente possíveis correlações entre diferentes variáveis quantitativas obtidas mediante aplicação do PAHD e TOSLS nos participantes dessa pesquisa, foi utilizada uma matriz de correlação, também gerada com auxílio do software *Jamovi* (versão 2.2.5), que contrastou os resultados dos escores totais do PAHD (Total\_HD) e do TOSLS (Total\_LC), além de 14 subescores dos instrumentos (9 do TOSLS e 5 do PAHD).

Antes de discutir os resultados da tabela 30, é importante esclarecer que para que fosse possível encaixar a referida tabela em uma página – tendo em vista que o interesse desse estudo é encontrar possíveis correlações entre resultados do TOSLS e do PAHD – foram suprimidas as linhas e colunas que apresentam os coeficientes de correlação de subescores de habilidades do TOSLS entre si.

Por se tratar de uma amostra pequena foram usados dois diferentes coeficientes de correlação: *Kendall's Tau B* e *Spearman's rho*. O primeiro é mais recomendado para amostras pequenas e não paramétricas. Todavia, os dados passaram no teste de normalidade *Shapiro-Wilk* (Shapiro-Wilk: 0,949 com p: 0,403 para os escores Total\_LC e Shapiro-Wilk: 0,934 com p: 0,429 para os escores de Total\_HD) o que permitia, não obstante o tamanho reduzido da amostra, usar o teste de *Spearman's rho* (SASSI, 2020). Então, para efeito e contraste e complementação de coeficientes, julgou-se apropriado usar os dois. Assim é possível observar as diferenças e eventuais convergências ou discrepâncias entre ambos.

Como é possível observar na tabela 30, quando contrastados os escores totais o PAHD e do TOSLS, embora o nível de significância (0,056) relacionado ao coeficiente de *Spearman's rho* tenha se aproximado do valor estaticamente significativo ( $p > 0,05$ ) não é possível afirmar que o coeficiente de *Spearman's rho* obtido ( $- 0,458$ ) expresse uma correlação negativa entre os referidos escores dentro de uma margem de erro estatisticamente aceitável. Tal objeção é corroborada pelo coeficiente de *Kendall's Tau B* ( $- 0,332$ ) e seu nível de significância (0,0076), também acima de um valor estatisticamente aceitável ( $p > 0,05$ ). Provavelmente, pela amostra ter sido pequena, tais resultados foram induzidos pelos escores atípicos dos professores INT02AI e QUIM02EM, que obtiveram altos escores do TOSLS (24 e 21, respectivamente) e baixos escores no PAHD (3 e 8, respectivamente).

**Tabela 30** - Matriz de correlação entre escores do TOSLS e PAHD

		Total_LC	H1_LC	H2_LC	H3_LC	H4_LC	H5_LC	H6_LC	H7_LC	H8_LC	H9_LC	Total_HD	Planej.	Prelúd.	ED_Hipót.	Exec. Ativ.	Avalia
Total_HD	Spearman's rho	-0.458	-0.102	-0.082	-0.228	-0.088	-0.098	-0.225	-0.363	-0.450	0.609**	—					
	p-valor	0.056	0.687	0.748	0.362	0.728	0.699	0.369	0.139	0.061	0.007	—					
	Kendall's Tau B	-0.332	-0.066	-0.044	-0.189	-0.086	-0.086	-0.190	-0.294	-0.351	0.529**	—					
	p-valor	0.073	0.741	0.829	0.360	0.672	0.687	0.342	0.139	0.081	0.010	—					
Planejamento	Spearman's rho	-0.464	-0.406	-0.161	-0.301	0.042	0.154	-0.225	-0.331	-0.355	0.628**	0.761***	—				
	p-valor	0.052	0.095	0.524	0.225	0.867	0.541	0.369	0.180	0.148	0.005	< .001	—				
	Kendall's Tau B	-0.352	-0.351	-0.126	-0.252	0.000	0.139	-0.180	-0.279	-0.285	0.566**	0.634**	—				
	p-valor	0.063	0.086	0.540	0.232	1.000	0.524	0.379	0.169	0.164	0.007	0.001	—				
Prelúdio	Spearman's rho	-0.130	0.094	0.036	-0.253	-0.096	-0.167	-0.154	-0.085	-0.215	-0.268	0.497*	0.099	—			
	p-valor	0.609	0.710	0.888	0.312	0.703	0.509	0.542	0.737	0.392	0.283	0.036	0.695	—			
	Kendall's Tau B	-0.119	0.068	0.031	-0.234	-0.081	-0.159	-0.137	-0.077	-0.187	-0.250	0.432*	0.091	—			
	p-valor	0.549	0.751	0.887	0.293	0.710	0.492	0.526	0.719	0.387	0.256	0.034	0.661	—			
ED_hipóteses	Spearman's rho	-0.082	0.002	-0.410	-0.447	-0.364	-0.104	-0.107	0.014	0.135	0.114	0.196	0.063	0.035	—		
	p-valor	0.745	0.993	0.091	0.063	0.138	0.680	0.672	0.955	0.593	0.651	0.435	0.803	0.891	—		
	Kendall's Tau B	-0.066	0.019	-0.366	-0.409	-0.312	-0.098	-0.094	0.009	0.114	0.110	0.161	0.044	0.030	—		
	p-valor	0.739	0.930	0.088	0.062	0.147	0.667	0.659	0.965	0.594	0.612	0.424	0.831	0.890	—		
Execução das atividades	Spearman's rho	-0.192	0.230	0.122	0.120	0.097	-0.123	-0.206	-0.298	-0.430	-0.306	0.283	0.140	0.202	-0.502*	—	
	p-valor	0.444	0.358	0.629	0.637	0.702	0.628	0.413	0.230	0.075	0.216	0.255	0.579	0.420	0.034	—	
	Kendall's Tau B	-0.158	0.201	0.106	0.098	0.083	-0.116	-0.171	-0.248	-0.375	-0.267	0.245	0.122	0.193	-0.452*	—	
	p-valor	0.427	0.351	0.626	0.657	0.702	0.613	0.428	0.246	0.083	0.223	0.230	0.557	0.380	0.037	—	
Avaliação	Spearman's rho	-0.193	-0.038	0.126	0.397	0.026	-0.415	-0.173	-0.196	-0.376	-0.343	0.588*	0.279	0.382	-0.089	0.347	—
	p-valor	0.444	0.882	0.619	0.102	0.920	0.087	0.492	0.436	0.124	0.164	0.010	0.262	0.118	0.725	0.159	—
	Kendall's Tau B	-0.154	-0.020	0.114	0.385	0.020	-0.399	-0.157	-0.175	-0.337	-0.314	0.514*	0.239	0.356	-0.080	0.312	—
	p-valor	0.443	0.928	0.605	0.087	0.926	0.087	0.471	0.420	0.123	0.158	0.013	0.257	0.110	0.714	0.159	—

Nota: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ 

Fonte: Elaborado pela autora

Embora os escores totais de PAHD e TOSLS não tenham se mostrado estatisticamente correlacionados, curiosamente o subescore de habilidade de *Planejamento* do PAHD demonstrou uma moderada correlação positiva com a habilidade de avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos [H9] do TOSLS (Spearman's rho: 0,628 com p: 0,005; Kendall's Tau B: 0.566 com p: 0,005). Isso, de certa forma, corrobora pesquisas como as de Santana e Franzolin (2018) que demonstram que as dificuldades em planejar atividades investigativas estão intimamente relacionadas ao domínio conceitual e procedimental dos professores sobre o conteúdo a ser discutido em aula.

Cabe mencionar que, embora o rol de habilidades didáticas organizadas na dimensão *Planejamento* possua habilidades mais gerais e rotineiras (tais como *Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática* e *Organizar diferentes materiais didáticos para as atividades*), a maioria das habilidades elencadas nessa dimensão são peculiares ao planejamento de atividades do tipo investigativa (por exemplo, *Explorar aspectos CTS*, *Planejar o desenvolvimento de aulas coerentes com as capacidades dos estudantes e metas propostas*, *Fazer uso de pesquisa e inovação didática* e *Saber e ensinar o uso de TICs para buscar informações e produzir sínteses*), justamente as habilidades detectadas com maior frequência entre professores que obtiveram um melhor desempenho no TOSLS.

As demais correlações estatisticamente significativas indicadas na tabela 30 foram encontradas entre o escore total e subescores do próprio PAHD que, tal qual as correlações entre subescores do TOSLS, não foram objeto de análise nesse estudo. É importante esclarecer que correlações entre subescores poderiam ser utilizadas para avaliar a consistência interna dos instrumentos, todavia, para isso, seria necessária uma amostra maior e com distribuição mais homogênea entre eventuais subgrupos que, como já dito foi anteriormente, não são características do grupo de participantes em questão.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de apresentar a síntese dos resultados das análises dos dados empíricos desta pesquisa também é importante tentar sintetizar considerações a respeito da extensa pesquisa bibliográfica que foi efetuada para compor os tópicos sobre letramento científico e saberes docentes, bem como para elaborar os instrumentos e justificar as escolhas de métodos de coleta e análises de dados utilizados neste trabalho. Dessa forma, serão tecidos comentários sobre cada um desses aspectos antes de apresentar as conclusões do estudo em si.

A revisão de pesquisas sobre as origens e significados do termo *scientific literacy* evidenciou que movimento de alfabetização/letramento científica/o surgiu em resposta ao fraco desempenho de educação científica do EUA e Europa pós Segunda Guerra. Devido ao contexto de disputa da Guerra Fria entre EUA e a antiga URSS. A partir da década de 1960, a convicção da necessidade de ações de alfabetização científica para produzir uma grande safra de jovens engenheiros e cientistas, que pudessem ajudar na corrida tecno-armamentista, acabou prosperando nos currículos dos países desenvolvidos do Ocidente. Na época, o objetivo de melhorar a educação científica para estudantes cujos interesses acadêmicos estivessem fora dessas áreas acabou ficando em segundo plano.

Mesmo com a superação gradativa do modelo de alfabetização científica utilitária do período de Guerra Fria, até hoje não há consenso sobre o significado do termo Alfabetização Científica. Como foi mostrado, o termo *Scientific Literacy* continua sendo um daqueles termos frequentemente usados, mas raramente definidos (DeBOER, 2000).

Enquanto em países de língua inglesa a disputa de significados do termo *scientific literacy* ocorre em torno dos diferentes sentidos que podem ser veiculados pelo mesmo termo, em países de língua portuguesa essa controvérsia inclui a disputa de qual a melhor terminologia utilizada para traduzi-lo.

Alguns autores brasileiros da área de ensino de ciências têm sido influenciados por perspectivas oriundas da sociolinguística, que reivindicam que a questão de letramento/alfabetização não se resume apenas ao domínio de técnicas, habilidades, nem capacidades de uso da leitura e escrita. Para os defensores da perspectiva sociolinguística o conceito de alfabetização/letramento deve ser muito mais amplo, englobando práticas sociais que se interpenetram e se influenciam, sejam essas práticas orais ou escritas, circulem elas dentro ou fora da escola.

Tal perspectiva rechaça a dicotomia discriminatória alfabetizado-analfabeto sugerindo a diferenciação letrado-iletrado como um *continuum* de diferentes formas de letramento e

alfabetização. Uma que vez que, poucos adultos, mesmo que não tenham frequentado a escola não ocupem a extremidade inicial (totalmente iletrado), pois sofrem a influência de um sistema social de escrita, e, em função disso, alcançam algum nível de letramento, mesmo não tendo sido devidamente alfabetizados.

Aplicar as ideias da sociolinguística à aprendizagem de ciências, sustentando que também é pertinente assumir um *continuum*: cientificamente iletrado – cientificamente letrado, nos ajudaria a entender e usar a nosso favor o fato de que muitas crianças questionam o mundo, fazem deduções e criam hipóteses antes mesmo de saber ler e escrever ou terem aulas de ciências.

A aplicação das ideias da sociolinguística à análise do processo de ensino-aprendizagem de ciências também poderia nos ajudar a compreender melhor o pensamento de pessoas que – mesmo não tendo estudado na escola conceitos de uma área específica (Biologia, Química e Física, por exemplo) – são capazes de interpretar conceitos, resolver problemas, tomar decisões cientificamente embasadas, compreender conceitos científicos e aplicá-los corretamente quando necessário.

Embora não haja consenso sobre o que efetivamente pode ser chamado de alfabetização/letramento científica/o, de fato não há nenhum autor que utilize esse termo ‘alfabetização científica’ no sentido de pura aquisição de conceitos, como alguns críticos do uso do referido termo dão a entender.

Talvez um dos poucos consensos entre os defensores das diferentes abordagens sobre alfabetização/letramento científica/o ocorra em torno da necessidade de substituição tanto das atuais estratégias de ensino quanto da forma de avaliação escolar por desenhos curriculares e estratégias de ensino-aprendizagem-avaliação que estimulem os estudantes a analisarem cientificamente suas próprias questões pessoais relevantes. Dessa forma, haveria um genuíno engajamento e interesse do estudante em aprender. Nesse caso, ao professor caberia o papel de facilitador e guia, enquanto os alunos seriam totalmente responsáveis por identificar uma questão ou problema, obter as informações necessárias para tratar disso, construir o seu próprio conhecimento a respeito e aplicá-lo para entender o mundo e resolver problemas.

Naturalmente para que mudanças do processo de ensino-aprendizagem-avaliação possam efetivamente ser implementadas é necessário que os professores adquiram ou desenvolvam conhecimentos, habilidades e saberes mais afinados com os ideais educativos propostos em pesquisas educacionais e diretrizes curriculares contemporâneas. Nesse sentido, este trabalho pode contribuir justamente oferecendo *insights* sobre habilidades docentes que

poderão ser úteis tanto para a mapeamento das dificuldades quanto para a elaboração de parâmetros curriculares ou materiais instrucionais para cursos de formação de professores.

Como foi discutido na seção sobre saberes docentes, a preocupação em determinar o conteúdo, estrutura e implicações formativas e profissionais de saberes, conhecimentos e/ou competências docentes tem gerado resultados interessantes e, como vimos, um grande número de abordagens teóricas e metodológicas diferentes entre si. A gama de inúmeros autores e correntes pedagógicas que utilizam o termo com distintos significados, embora não diminua o valor de pesquisas nesse campo, dificulta a obtenção de consensos, uma vez que os múltiplos significados do termo implicam em diferentes significados que tais saberes trazem para o entendimento da profissão docente.

Os saberes docentes são diversos e heterogêneos, tanto em sua natureza epistemológica, seus conteúdos e suas fontes. Dadas tais diferenças, estes saberes se relacionam de maneira diferenciada com a ação prática dos docentes. As diferentes tipologias apresentadas para lidar com os saberes docentes são justamente um reflexo dessa heterogeneidade peculiar do objeto de estudo. Tendo sido criadas para guiar o campo e servir de base para novas pesquisas e eventuais recomendações didáticas e curriculares, principalmente para programas de formação de professores.

É possível notar que, embora haja algumas semelhanças aparentes, não há consenso entre as taxonomias propostas. Isso se dá por conta das variações de referenciais teóricos de base, foco de pesquisa, métodos de coleta e análise de dados e outros nuances. Por isso, há uma série de questões que permanecem não resolvidas, tais como: onde os diferentes termos usados por esses pesquisadores se sobrepõem? Essas diferentes caracterizações do saber docente constituem hipóteses concorrentes sobre a natureza do conhecimento docente, ou são simplesmente maneiras diferentes de dizer a mesma coisa? Essas e outras questões oferecem um amplo campo de pesquisas futuras.

Uma das poucas unanimidades explícitas entre as diferentes abordagens discutidas aqui se refere ao fato de que saberes docentes possuem grande potencialidade para a compreensão e sistematização do trabalho do professor. Assim, é essencial que saberes, sistematizados no cotidiano das salas de aulas, sejam socializados entre os professores para permitir a busca de referenciais teóricos que lhes possibilitem o aprofundamento e diálogo reflexivo, baseado não somente na experiência individual, por vezes limitada, mas, sobretudo, na discussão coletiva.

Embora não tenha sido possível uma análise mais abrangente da literatura sobre os saberes docentes, dada a grande quantidade de abordagens alternativas, este trabalho representa um importante ponto de partida na tentativa de elaborar conexões entre as variadas abordagens descritas, principalmente para aqueles que estão iniciando estudos sobre o tema.

Para pesquisadores da área educacional interessados em realizar pesquisas sobre saberes docentes, pelo que foi apresentado, embora seja desafiador conhecer a fundo todas as diferentes correntes e abordagens teóricas sobre o tema, nos parece pertinente a apropriação de noções básicas sobre, pelo menos, as principais correntes discutidas neste texto e algumas de suas nuances, para então podermos escolher uma delas ou propor uma abordagem alternativa para investigar eventuais problemas de pesquisa relacionados ao tema. Mais do que criticar de maneira superficial abordagens rivais é necessário esclarecer de que maneira a abordagem escolhida por nós oferece de melhor, tanto como referencial de pesquisa quanto para possíveis políticas públicas de formação e profissionalização docente.

Em relação aos resultados empíricos desta pesquisa, as análises dos resultados da categorização dos indícios de habilidades docentes mostraram que os participantes apresentaram, em média, metade das habilidades docentes de natureza construtivista propostas no PAHD. Além disso, obtiveram uma média de acertos de questões do TOSLS abaixo do ideal. A seguir serão mostradas, como um pouco mais de detalhe, algumas sínteses dos resultados das análises efetuadas.

Dentre as habilidades com maior ocorrência nas sequencias didáticas escritas pelos participantes (12 ou mais ocorrências) destacam-se: *Definir metas específicas para cada aula ou sequência didática* e *Organizar diferentes materiais didáticos para as atividades* (Planejamento); *Estimular o interesse dos estudantes pelo assunto* (Prelúdio); *Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema* (Explicitação de hipóteses); *Execução das atividades, Fornecer instruções do que deve ser feito* e *-Estimular e mediar debates e intercâmbios de ideias* (Explicitação de hipóteses); *Estimular e orientar a produção de sínteses do que foi aprendido* (Avaliação). Todas consideradas habilidades essenciais para qualquer tipo de abordagem didática.

Com exceção da habilidade de *Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema*, é plausível que as habilidades detectadas com maior frequência sejam reflexos de certa herança dos modelos de ensino tecnicistas, amplamente disseminados a partir da década de 1960. Por exemplo, atualmente, embora a elaboração de objetivos, escolha de materiais didáticos e metas de avaliação não sigam mais os rígidos padrões recomendados por Taylor

(1950) e Mager (1962), continuam presentes em diretrizes curriculares, ementas de curso e de disciplina, sequências didáticas e outros tipos de planos educativos. Por isso fazem parte do padrão de escrita que tem sido disseminado entre atuais e futuros professores, seja durante os cursos de formação inicial e continuada ou em revistas, livros e websites que publicam ideias para realização de aulas. Em contrapartida, a preocupação de *Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema* provavelmente é um reflexo da atual influência de uma ideia de natureza construtivista que acabou se tornando central na elaboração de muitos materiais didáticos, currículos e cursos formação de professores de ciências desde a década de 1990.

Por outro lado, as habilidades com menor índice de ocorrência entre os participantes (2 ou menos ocorrências) foram as de *Articular atividades com planejamentos de longo prazo*, *Fazer uso de pesquisa e inovação didática* (Planejamento); *Guiar a explicitação de hipóteses dos alunos*, *Contrastar conhecimentos prévios com eventuais episódios da História da Ciência*, *Imaginar designs experimentais para testar hipóteses* (Explicitação e discussão de hipóteses); *Fazer com que os alunos deem a priori um significado favorável à experiência didática*, *Flexibilizar metas de aprendizagem de acordo com o progresso e/ou dificuldades dos estudantes* (Execução de atividades); *Estimular os estudantes a regular sua própria aprendizagem*, *Fornecer feedbacks* (Avaliação). Todas mais intimamente relacionadas a um modelo de ensino de natureza construtivista, onde o foco da aprendizagem está no aluno que se engaja em argumentações baseadas em dados e conhecimentos obtidos por uma busca ativa e autorregulação da aprendizagem.

Os resultados sugerem que, caso se tenha interesse em realmente implementar diretrizes curriculares e estratégias de ensino-aprendizagem-avaliação de natureza construtivista nas escolas, é necessário incrementar programas de formação docente com objetivos, temas e estratégias de ensino focadas em habilidades que apresentaram baixa incidência neste estudo. Uma vez que, como foi discutido previamente, todas são essenciais para o planejamento e realização de aulas de natureza construtivista e importantes para o desenvolvimento profissional dos professores.

Embora alguns docentes, por iniciativa própria, incidentalmente acabem adquirindo e desenvolvendo tais habilidades, caso elas não sejam priorizadas em políticas públicas de formação de professores, dificilmente será possível implementar mudanças a médio e longo prazo na escola, pois sem dominar e praticá-las, grande parte dos atuais e futuros professores tenderão a continuar reproduzindo o modelo de transmissão-recepção vigente.

Os resultados relativamente baixos nos escores totais de acerto de questões do TOSLS obtidos pelos participantes (média de acertos igual a 13,0 com desvio padrão de 4,47 – de um total de 28 pontos possíveis) demonstram que a maioria deles ainda não alcançou um nível de letramento científico considerado satisfatório pelos proponentes do referido instrumento. O desempenho foi insatisfatório principalmente nas questões relacionadas às habilidades de *Avaliar a validade das fontes de informação* [H2], *Reconhecer possíveis interferências de vieses* [H4] e de *Avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos* [H9]. Resultados muito parecidos com os obtidos em uma pesquisa anterior que também aplicou o TOSLS em outro grupo de atuais e futuros professores (GOMES; ALMEIDA, 2016).

Quanto aos resultados dos testes estatísticos aplicados aos dados quantitativos referentes a pontuação de escores totais e subescores de habilidades foi demonstrado que não há correlação significativa entre o escores totais do PAHD e TOSLS. Embora os resultados dos testes estatísticos de uma matriz correlação tenham apontado algumas correlações fracas entre o subescores do TOSLS referente à habilidade de *Avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos* [H9] e o subescore referente à dimensão de *Planejamento* do PAHD, os dados dessa pesquisa não foram suficientes para corroborar a hipótese de correlação entre letramento científico e habilidades didáticas. Todavia, não é possível descartar a possibilidade de observar a ocorrência de correlações estatisticamente significativas entre habilidades didáticas e letramento científico em amostras suficientemente maiores e mais diversificadas.

É importante destacar que embora alguns participantes não tenham demonstrado explicitamente indícios de certas habilidades, não é possível afirmar que os mesmos não possuam ou as utilizem explícita ou implicitamente em seu cotidiano profissional, menos ainda que aqueles que apresentaram indícios de certas habilidades de fato possuam domínio prático suficiente para implementar plenamente tudo o que propuseram em suas respectivas sequências didáticas. Os instrumentos e análises utilizadas para observar e categorizar possíveis indícios de uso ou habilidades didáticas podem não ter sido suficientes para detectar aspectos, que por diferentes motivos, não foram descritos nas sequências didáticas elaboradas pelos participantes ou evitar que os mesmos tenham apresentado atividades que efetivamente não costumam pôr em prática em suas aulas.

Por outro lado, embora o *protocolo de análise de habilidades didáticas* (PAHD), elaborado e aplicado neste estudo, tenha se mostrado apropriado para as circunstâncias pesquisadas, não foi possível eliminar completamente a subjetividade dos pesquisadores ao interpretar e categorizar os dados. Por conter muitos dados de natureza qualitativa, as

interpretações e conclusões desta pesquisa naturalmente estão sujeitas a problemas de confiabilidade e fidedignidade que qualquer pesquisa dessa natureza enfrenta.

Em ambos os casos, a realização de mais pesquisas com utilização de outros métodos de análise, com amostras e/ou circunstâncias diversas poderá ajudar a detectar eventuais equívocos e/ou peculiaridades que ocasionalmente não puderam ser detectados nesta pesquisa.

De qualquer forma, dados e resultados apresentados nesta pesquisa demonstram que o protocolo de análise de habilidades didáticas proposto apresenta alguns benefícios para pesquisadores interessados em aprofundar estudos sobre habilidades docentes de natureza construtivista.

Primeiramente, por sistematizar as recomendações de diferentes estudos que foram feitos sobre o tema, mas que, especificamente, não apresentaram maneiras sistemáticas de identificar tais habilidades, como o PAHD se propõem fazer.

Além disso, como já foi mencionado, a obtenção dos dados por meio de uma tarefa de *elaboração de um plano de aula para uma escola ideal* facilita a coleta de dados e possibilita que os professores expressem eventuais aspirações teórico-metodológicas que, pelas limitações curriculares, de infraestrutura e tempo, efetivamente acabam não sendo colocadas em prática nas escolas nas quais atuam. Com isso, há maiores chances de observar a ocorrência de descrições de ações e preocupações relacionadas a diferentes habilidades didáticas e inferir quais habilidades estariam presentes ou não no discurso dos professores investigados.

Aliás, muitas pesquisas poderão derivar deste estudo, entre as quais, expandir a quantidade de participantes para, assim, dispor de uma maior quantidade de dados para poder se ter uma perspectiva mais abrangente do nível de habilidades didáticas e de letramento científico, que possam ajudar a aperfeiçoar ainda mais os instrumentos e fornecer um panorama mais amplo do nível de letramento científico e habilidades didáticas de atuais e/ou futuros professores de ciências de diferentes níveis, modalidades e contextos de ensino.

Não obstante ainda haja muito o que explorar sobre a habilidades docentes, acreditamos que o escopo dessa tese e, particularmente o PAHD, possuiu um grande potencial como instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Apesar das limitações apontadas, os resultados e o escopo dessa tese constituem uma referência importante tanto para futuras pesquisas quanto para eventuais reformulações em programas de formação de professores de ciências, tendo em vista os resultados empíricos, as discussões teóricas e as ideias metodológicas que contém.

## 6 REFERÊNCIAS

AAAS - American Association for the Advancement of Science. **Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology.** Washington, DC. 1989.

AGUIAR JUNIOR, O. G. **Planejamento do Ensino: Projeto Escola Referência.** Belo Horizonte: SEE/MG, 2005.

AGUIAR, V; LLORENTE, M. Sobre competencias y otras habilidades TIC. **Comunicación y Pedagogía**, 224, p. 58-62, 2008.

ALA - AMERICAN LIBRARY ASSOCIATION. **Information literacy competency standards for higher education.** Chicago: ALA Press, 2000.

ALA-MUTKA, K. et al. The future of learning: European teachers' visions. In: **Report on a foresight consultation at the 2010 eTwinning Conference.** Sevilha, Espanha: IPTS. 2010.

ALLEN, D; TANNER, K. Rubrics: Tools for making learning goals and evaluation criteria explicit for both teachers and learners. **CBE—Life Sciences Education**, v. 5, n. 3, p. 197-203, 2006.

ALMEIDA, A. V; FALCÃO, J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 17–32, 2005.

ALTET, M. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. In: PAQUAY, L; PERRENOUD, P; ALTET, M; CHARLIER, E. (Orgs.). **Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais Competências?** 2a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.23-36.

ALVES, G. A. P; MOREIRA, J; PUZIOL, J. Educação profissional e ideologia das competências: elementos para uma crítica da nova pedagogia empresarial sob a mundialização do capital. **Educere et Educare**, p. 3-17, 2010.

ANISIMOVA, E. Digital literacy of future preschool teachers. *Journal of Social Studies Education Research*, v. 11, n. 1, p. 230-253, 2020.

ANJOS, M. S; CARBO, L. Enfoque CTS e a atuação de professores de Ciências. **Actio**, v. 4, n. 3, p. 35-57, 2019.

ASSOLINI, F.E.P. Professoras alfabetizadoras e suas leituras: história, memória e prática pedagógica escolar. **Práxis Educacional**, v. 1, n. 1, p. 25-45, 2010.

ASSOR, A; KAPLAN, H; ROTH, G. Choice is good, but relevance is excellent: Autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork. **British Journal of Educational Psychology**, v. 72, n. 2, p. 261-278, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.



AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BAKER, L; BROWN, A. Metacognitive skills and reading. In: PEARSON, P. D; BARR, R; KAMIL, M; MOSENTHAL, P. (Eds.). **Handbook of Reading Research**. New York: Longman, 1984.p.353-394.

BALL, D; COHEN, D. Developing practice, developing practitioners: toward a practice-based theory of professional education. In: DARLING-HAMMOND, L. SYKES, G. (Eds.) **Teaching as a learning professional: Handbook of Policy and Practice**. San Francisco: Jossey-Bass, 1999. p. 3-32.

BALL, D; FEIMAN-NEMSER, S. Using textbooks and teachers' guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators. **Curriculum Inquiry**, v. 18, n. 4, p. 401-423, 1988.

BARBOSA, A. R. **Água como tema CTS no Ensino Médio: uma proposição**. 2016. Dissertação. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3a ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BAUER, M. W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petropolis: Vozes, 2002. p. 189-217.

BECERRA-LABRA, C; GRAS-MARTÍ, A; TORREGROSA, J. M. Effects of a problem-based structure of physics contents on conceptual learning and the ability to solve problems. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 8, p. 1235-1253, 2012.

BENTLEY, M. L. Constructivism as a referent for reforming science education. In: LAROCHELLE, M.; BEDNARZ, N.; GARRISON, J. **Constructivism and Education**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 233-249.

BERLINER, D. et al. Anthropology and the study of contradictions. **HAU - Journal of Ethnographic Theory**, v. 6, n. 1, p. 1-27, 2016.

BLACK, P; WILIAM, D. Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. **Phi Delta Kappan**, v. 92, n. 1, p. 81-90, 2010.

BLOOM, B. S; ENGELHART, M. D; FURST, E. J., HILL, W. H; KRATGWohl, D. R. **Handbook I: cognitive domain**. New York: David McKay, 1956.

BOBBITT, F. **How to Make a Curriculum**. Boston: Houghton Mifflin Company, 1924.

BODZIN, A. M; BEERER, K. M. Promoting inquiry-based science instruction: The validation of the Science Teacher Inquiry Rubric (STIR). **Journal of Elementary Science Education**, v. 15, n. 2, p. 39, 2003.

BORGES, C. Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. **Educação & Sociedade**, n. 74, , p. 11-26, 2001.

BORKO, H; LIVINGSTON, C; SHAVELSON, R J. Teachers' thinking about instruction. **Remedial and Special Education**, v. 11, n. 6, p. 40-49, 1990.

BORUCHOVITCH, E; GOMES, M. A. M. **Aprendizagem autorregulada**: Como promovê-la no contexto educativo?. Editora Vozes, 2019.

BRABO, J. C. Metacognição, ensino-aprendizagem e formação de professores de ciências. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 29, p. 1-9, 2018.

BRABO, J. C; RIBEIRO, E. O. R. Metodologia do ensino de Ciências: iniciação científica na educação básica. Belém: Editora do Instituto de Educação Matemática e Científica, 2008 (Coleção EDUCIMAT).

BRASIL. Ministério da Educação. **Manual do Pacto** - Pacto pela Alfabetização na idade Certa: o Brasil do futuro com o começo que ele merece. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Língua Portuguesa. Brasília: MEC/SEB, 1997.

BRENAN, M. 40% of Americans Believe in Creationism. **Gallup Poll**, Jul., 2019. Disponível em: <https://news.gallup.com/poll/261680/americans-believe-creationism.aspx>

BRYAN, R R; GLYNN, S M; KITTLESON, J. M. Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. **Science Education**, v. 95, n. 6, p. 1049-1065, 2011.

BUCHMANN, M. The Priority of Knowledge and Understanding in Teaching. **Occasional Paper**, n. 61, 1983.

BUFREM, L. S; SCHMIDT, M. A; GARCIA, T. M. F. B. Os manuais destinados a professores como fontes para a história das formas de ensinar. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 22, p. 120-130, 2006.

BURNS, J. P. The Past in the Present: The Historic Reach of the “Tyler Rationale”. In: BURNS, J. P. Power, Curriculum, and Embodiment. London: Palgrave Macmillan, 2017. p. 65-93.

CARR, E; OGLE, D. KWL Plus: A strategy for comprehension and summarization. **Journal of reading**, v. 30, n. 7, p. 626-631, 1987.

CARVALHO, A. M. P. D.; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 3. ed. São Paulo: Cortez, v. 26, 1998. Coleção questões da nossa época.

CARVALHO, A.M.P. **Ciências no Ensino Fundamental**: O conhecimento físico. São Paulo: Ed. Scipione, 2007

CAVAS, P. Factors affecting the motivation of Turkish primary students for science learning. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 31-42, 2011.

CHAPANI, D.T. Formação acadêmica em serviço: avanços, resistências e contradições de um grupo de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, p. 27-43, 2008.

CHARLOT, B. A pesquisa educacional entre conhecimentos, políticas e práticas: especificidades e desafios de uma área de saber. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, p. 7-18, 2006.

CHARTERS, W. W. **Curriculum Construction**. New York: The Macmillan Company, 1929.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica e cidadania**. Ijuí: UNIJUI, 2000.

CHENG, S-C; SHE, H-C; HUANG, L-Y. The impact of problem-solving instruction on middle school students' physical science learning: Interplays of knowledge, reasoning, and problem solving. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 14, n. 3, p. 731-743, 2017.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 2005

CLARK, C. M; PETERSON, P. L. Teachers thought processes. In: WITTROCK. M. (Ed.) **Handbook of research on teaching**, 3a. ed. New York: Macmillan, 1986. p. 255–296.

CLARK, C. M; YINGER, R. J. Research on teacher thinking. **Curriculum inquiry**, v. 7, n. 4, p. 279-304, 1977.

CLEMENT, J. Students' preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, n. 50, p. 67-71, 1982.

CLEMENT, L; CUSTÓDIO, J; ALVES FILHO, J. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.

CMEC. **Common framework of science learning outcomes K to 12**: Pan-Canadian protocol for collaboration on school curriculum for use by curriculum developers. Toronto, Canada, 1997.

COLLIE, R. J; GRANZIERA, H; MARTIN, A. J. Teachers' perceived autonomy support and adaptability: An investigation employing the job demands-resources model as relevant to workplace exhaustion, disengagement, and commitment. **Teaching and Teacher Education**, v. 74, p. 125-136, 2018.

COLLIE, R. J; GRANZIERA, H; MARTIN, A. J; BURNS, E. C; HOLLIMAN, A. J. Adaptability among science teachers in schools: A multi-nation examination of its role in school outcomes. **Teaching and Teacher Education**, v. 95, p. 103148, 2020.

COLLIE, R. J; MARTIN, A. J. Adaptability: An important capacity for effective teachers. **Educational Practice and Theory**, v. 38, n. 1, p. 27e39, 2016.

COLLIE, R. J; MARTIN, A. J. Teachers' sense of adaptability: Examining links with perceived autonomy support, teachers' psychological functioning, and students' numeracy achievement. **Learning and Individual Differences**, v. 55, p. 29-39, 2017.

CONTENTE, I. C. P; BRABO, J. C; GOMES, M. S. Habilidades metacognitivas na composição de infográficos. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Natal, 25 a 28 jun., 2019.

CONTRERAS, J. A **Autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

CORTELA, B. S. C; NARDI, R. O ensino em didática da ciência na formação inicial de professores de Física: o desafio da simetria invertida. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5463-5468, 2017.

CORTEZ, J; DEL PINO, J. C. A abordagem CTS e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio–Implicações para uma nova educação básica. **Revista Brasileira Ensino Ciências e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 125-144, 2017.

CRESWELL, J.W; CLARK, V.L. **Pesquisa de métodos mistos**. Trad. Magda Lopes. Porto Alegre: Artmed. 2013.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DAVIS, I. C. The measurement of scientific attitudes. **Science Education**, v. 19, n. 3, p. 117-122, 1935.

DeBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal Research in Science Teaching**, n. 37, p. 582-601, 2000.

DELLORS, J. et al. **Educação: um tesouro a descobrir** - relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. New York: UNESCO, 1999.

DEWEY, J. The relation of theory to practice in education. In: MCMURRY, C. A. (Ed.) **The relation of theory to practice in the education of teachers**. 3a ed. Bloomington, IL: Public School Publishing, 1904.

DEWEY, J. **Democracy and education**: An introduction to the philosophy of education. New York: Macmillan, 1923.

DEWEY, J. **Moral principles in education**. Houghton: Mifflin, 1909.

DEWEY, J. The need for a philosophy of education. **Schools**, v. 7, n. 2, p. 244-245, 2010 (1934).

DIAS, I. S. Competências em educação: conceito e significado pedagógico. **Psicol. Esc. Educ.**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 73-78, 2010

DICK, W. Instructional design and the curriculum development process. **Educational Leadership**, v. 44, n. 4, p. 54-56, 1987.

EDUCATION COUNCIL. **National STEM school education strategy, 2016–2026**. Education Council, 2015.

EDWARDS, A. D. **Language in culture and class: The sociology of language and education.** Heinemann Educational Publishers, 1976.

ELBAZ, F. Research on teacher's knowledge: The evolution of a discourse. **J. Curriculum Studies**, v. 23, n. 1, p. 1-19, 1991.

ELLIOT, J. **La investigación-acción.** Madrid: Morata, 1997.

EPPLER, M. J. A Comparison between Concept Maps, Mind Maps, Conceptual Diagrams, and Visual Metaphors as Complementary Tools for Knowledge Construction and Sharing. **Information Visualization**, v. 5, n. 3, p. 202–210, 2006.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. In: WITTROCK, M. **Handbook of research on teaching.** 3rd ed. New York : Macmillan, 1986, p.119-141.

EVANS, M; BOUCHER, A. R. Optimizing the power of choice: Supporting student autonomy to foster motivation and engagement in learning. **Mind, Brain, and Education**, v. 9, n. 2, p. 87-91, 2015.

FALVO, J. F.; AMARAL, A. L. S. N. D. **Brasil no PISA 2015: análise pedagógica e indicadores sociais, educacionais e econômicos.** Brasília: CNI/UNIEPRO. 2016. <http://acervodigital.sistemaindustria.org.br/handle/uniepro/210>.

FAN, L; KAELEY, G S. The Influence of Textbooks on Teaching Strategies: An Empirical Study Mid-Western. **Educational Researcher**, v. 13, n. 4, p. 2-9, 2000.

FANTIN, M; GIRARDELLO, G. E. Diante do abismo digital: mídia-educação e mediações culturais. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 69-96, 2009.

FAURE, E. et al. **Learning to be: The world of education today and tomorrow.** Unesco, 1972.

FEIMAN-NEMSER, S. What new teachers need to learn. **Educational Leadership**, v.60, n. 8, p.25-29, 2003.

FEINSTEIN, N. Salvaging science literacy. **Science Education**, n. 95, p. 168-185, 2011.

FENSTERMACHER, G. Philosophy of research on teaching: Three aspects. In: WITTROCK, M. (Ed.) **Handbook of research on teaching.** 3a ed. New York: Macmillan, 1986. p. 37-49.

FENWICK, L. Standards-based reform to senior-secondary curriculum and metacognition in the literacy domain. **The Curriculum Journal**, v. 29, n. 3, p. 338-353, 2018.

FERNÁNDEZ, M. ¿Contribuyen las TIC a hacer de los profesores mejores profesionales?: ¿Qué dicen los directivos escolares gallegos? **Pixel Bit**, 30, 2007.

FLAVELL, J. **Cognitive development.** 2a. ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1985.

FLORES, M. A. Tendências e tensões no trabalho docente: reflexões a partir da voz dos professores. **Perspectiva**, v. 29, n. 1, p. 161-191, 2011.

FLOWERDAY, T; SCHRAW, G; STEVENS, J. The role of choice and interest in reader engagement. **The Journal of Experimental Education**, v. 72, n. 2, p. 93-114, 2004.

FONSECA JÚNIOR, W. C. Análise de conteúdo. In: DUARTE, J.; BARROS, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Comunicação**. São Paulo: Atlas, 2006. p. 280-304.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.25-37, 2002.

FREITAS, J. C; MORTIMER, E.F; SILVA, A.S; SANTOS, F.C; OLIVEIRA, L.A; SCANFERLA, W.H. Tipos de aulas, recursos e estratégias didáticas em aulas do ensino superior. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 24 a 27 de novembro de 2015.

FREITAS, M. T. Letramento digital e formação de professores. **Educação em Revista**, v. 26, p. 335-352, 2010.

GAMLEM, S. M; SMITH, K. Student perceptions of classroom feedback. **Assessment in Education: Principles, Policy & Practice**, v. 20, n. 2, p. 150-169, 2013.

GARCIA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

GARZA, L.; ANICHINI, A; ANTAL, P; BEAUNE, A; CROMPTON, H; TSINAKOS, A. **Rethinking pedagogy: Exploring the potential of digital technology in achieving quality education**. New Delhi: UNESCO - Mahatma Gandhi Institute, 2019.

GATTI, B. A. **Formação de professores no Brasil: características e problemas**. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GAUTHIER, C. **Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Editora Unijui, 1998.

GEELAN, D. Physical Science Teacher Skills in a Conceptual Explanation. **Education Sciences**, v. 10, n. 1, p. 23, 2020.

GESS-NEWSOME, J; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Springer Science & Business Media, 2001.

GIL-PÉREZ, D; GUIASOLA, J. et al. Defesa do Construtivismo: que entendemos por posições construtivistas na educação em ciências? In: CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 109-126.

GIL-PÉREZ, D; FERNANDEZ, I. et al. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005b. p. 37-70.

GIL-PEREZ, D; VILCHES, A. A importância da Educação Científica na sociedade atual. In: CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 19-34.

GIMENO, J; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **El curriculum: una reflexión sobre la práctica**. Madrid: Morata, 1995.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais**: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: ArtMed, 1992.

GOMES, A.S.A; ALMEIDA, A.C.P.C. Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 24, p. 53-72, jul. 2016.

GONÇALVES, T. V. Formação inicial de professores: Prática docente e atitudes reflexivas. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 1, p.73-79, 2005.

GORMALLY, C; BRICKMAN, P. and LUTZ, M. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates Evaluation of Scientific Information and Arguments. **CBE Life Sci Educ.** v.11, n.4, p.364-377, 2012.

GREEN, T. F. **The activities of teaching**. New York: McGraw-Hill, 1971.

GROSSMAN, P. **The Making of a Teacher**: Teacher Knowledge and Teacher Education. Chicago: Teacher College Press, 1990.

GUENTHER, L; WEINGART, P; MEYER, C. “Science is everywhere, but no one knows it”:  
assessing the cultural distance to science of rural South African publics. **Environmental Communication**, v. 12, n. 8, p. 1046-1061, 2018.

GUNSTONE, R. F. Constructivism and metacognition: Theoretical issues and classroom studies. In: DUIT, R; GOLDBERG, F; NIEDDERER, H. (Eds.). **Research in Physics Learning**: Theoretical Issues and Empirical Studies. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, 1992. p. 129-142.

GUNSTONE, R. The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. In: FENSHAM, P; GUNSTONE, R. & WHITE, R. (Eds.). **The content of science**: a constructivist approach to its learning and teaching. London: Falmer Press, 1994. p.131-146.

HADZIRISTIC, T. **The state of digital literacy in Canada**: A literature review. Brookfield Institute for Innovation Entrepreneurship, 2017.

HAGUETTE, A; PESSOA, M. K. M; VIDAL, E. M. Dez escolas, dois padrões de qualidade. Uma pesquisa em dez escolas públicas de Ensino Médio do Estado do Ceará. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 24, n. 92, p. 609-636, 2016.

HARACKIEWICZ, J. M; BARRON, K. E; ELLIOT, A. J. Rethinking achievement goals: When are they adaptive for college students and why? **Educational Psychologist**, v. 33, n. 1, p. 1-21, 1998.

HARDRE, P. L; REEVE, J. A motivational model of rural students' intentions to persist in, versus drop out of, high school. **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 2, p. 347, 2003.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HARRIS, L. R; BROWN, G T; HARNETT, J. A. Understanding classroom feedback practices: A study of New Zealand student experiences, perceptions, and emotional responses. **Educational Assessment, Evaluation and Accountability**, v. 26, n. 2, p. 107-133, 2014.

HATTIE, J. **Visible learning**: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Londres: Routledge, 2009.

HATTIE, J; GAN, M; BROOKS, C. Instruction based on feedback. *In*: MAYER, R; ALEXANDER, P. **Handbook of research on learning and instruction**. Londres: Routledge, 2016. p. 290-324.

HATTIE, J; TIMPERLEY, H. The power of feedback. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.

HAYSOM, J; BOWEN, M. **Predict, observe, explain**: Activities enhancing scientific understanding. Arlington: NSTA Press, 2010.

HEATH, S. B. **Ways with words**: Language, life and work in communities and classrooms. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

HIDALGO, M. R; LORENCINI JUNIOR, A. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 14, p. 19-38, 2016.

HOLLY, M. L. Investigando a vida profissional dos professores: Diários Biográficos. *In*: NÓVOA, A. (Ed.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1992. p. 79-110.

HURD, P. D. Modernizing Science Education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 3-9, 2002.

HUXLEY, T. H. Science and culture. *In*: **Opening of Sir Josiah Mason's Science College**. Birmingham: Appleton & Company, 1882.

JOHNSON, K.E. Tracing teacher and student learning in teacher-authored narratives. **Teacher Development**, n. 11, p. 175–188, 2007

JOYCE, B; WEIL, M; CALHOUN, E. **Models of teaching**, 9a. ed. Boston: Pearson, 2015.

KATO, M. A. **No mundo da escrita**: uma perspectiva psicolinguística. Editora Ática, 1986.

KATZ, I; ASSOR, A. When choice motivates and when it does not. **Educational Psychology Review**, v. 19, n. 4, p. 429-442, 2007.

KIND, V; CHAN, K. K. Resolving the amalgam: connecting pedagogical content knowledge, content knowledge and pedagogical knowledge. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 7, p. 964-978, 2019.



KLEIMAN, A. **Os significados do letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita**. Campinas: Mercado de Letras, 1995.

KONI, I; KRULL, E. Differences in novice and experienced teachers' perceptions of planning activities in terms of primary instructional tasks. **Teacher Development**, v. 22, n. 4, p. 464-480, 2018.

KOVALIK, C. et al. Information literacy, collaboration, and teacher education. **Communications in Information Literacy**, v. 4, n. 2, p. 4, 2011.

KRAPP, A; PRENZEL, M. Research on interest in science: Theories, methods, and findings. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 1, p. 27-50, 2011.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e Formação de Cidadãos. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, 1988.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LATORRE, M. En el ojo del huracán: ¿qué características tiene el saber pedagógico en uso e nuestros profesores? ¿Es posible contribuir desde la formación inicial? **Revista de Investigación Educativa**, n. 18, p. 285-297, 2003.

LATORRE, M. Saber pedagógico en uso: una propuesta para el estudio de las relaciones entre saberes y práctica pedagógicas de profesores en ejercicio. **Revista de Investigación Educativa**, n. 15, p. 419-443, 2000.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEHMING, R. F. et al. **Science and Engineering Indicators 2010**. Arlington, VA: National Science Foundation, 2010.

LEIGHTON, J. P. Students' interpretation of formative assessment feedback: Three claims for why we know so little about something so important. **Journal of Educational Measurement**, v. 56, n. 4, p. 793-814, 2019.

LEINHARDT, G; WEIDMAN, C; HAMMOND, K. Introduction and integration of classroom routines by expert teachers. **Curriculum Inquiry**, v. 17, n. 2, p. 135-176, 1987.

LEMKE, Jay L. **Talking science: Language, learning, and values**. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1990. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED362379.pdf>

LEONARD, M. J; KALINOWSKI, S. T; ANDREWS, T. C. Misconceptions yesterday, today, and tomorrow. **CBE – Life Sciences Education**, 13, n. 2, 2014. 179-186.

LISTON, D; ZEICHNER, K. **Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización**. Madrid: Morata, 1993.

LOCATELLI, R. J; CARVALHO, A. M. P. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 3, 2007.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001.

LOUGHLAND, T; ALONZO, D. Teacher adaptive practices: Examining links with teacher self-efficacy, perceived autonomy support and teachers' sense of adaptability. **Educational Practice and Theory**, v. 40, n. 2, p. 55-70, 2018.

LUFT, J. A. Rubrics: Design and use in science teacher education. **Journal of Science Teacher Education**, v. 10, n. 2, p. 107-121, 1999.

LUNSFORD, E; MELEAR, C. T. Using scoring rubrics to evaluate inquiry. **Journal of College Science Teaching**, v. 34, n. 1, p. 34, 2004.

MAGER, R. F. **Preparing instructional objectives**. Belmont: Fearon Publishers, 1962.

MALHEIRO, J. M; DINIZ, C. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: Mudando atitudes de alunos e professores. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 4, p. 1-10, 2008.

MAMEDE, M; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MARCELO, C. Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento. **Revista Complutense de Educación**. v. 12, n. 2, p. 531-593, 2001.

MARCELO, C. Pensamientos pedagógicos y toma de decisiones: un estudio sobre la planificación de la enseñanza y decisiones didácticas de profesores de EGB. In: ANGULO, L.V. (Ed.). **Conocimiento, creencias y teorías de los profesores**. Alcoy: Marfil, 1988. p. 33-47.

MARCELO, C. Pesquisa sobre a formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, v. 9, p. 51-75, 1998.

MARCOS, J. J; SANCHEZ, E; TILLEMANN, H. Teachers reflecting on their work: Articulating what is said about what is done. **Teachers and Teaching, Theory and Practice**, n. 14, p. 95-114, 2008.

MARTIN, A. J; NEJAD, H; COLMAR; S; LIEM; G. A; Adaptability: Conceptual and empirical perspectives on responses to change, novelty and uncertainty. **Journal of Psychologists and Counsellors in Schools**, v. 22, n. 1, p. 58-81, 2012.

MARTIN, D. Nature du savoir enseignant: Analyse des écrits anglo-saxons. In: MAINGUY E. et al. **Compétence et formation des enseignants**. Publication des Sciences de l'Éducation, Trois-Rivières, 1993, p. 289-304.

MARTIN, J. E; MITHAUG, D. E; COEX, P; PETERSON, L. Y; VAN DYCKE, J. L.; CASH, M. E. Increasing self-determination: Teaching students to plan, work, evaluate, and adjust. **Exceptional Children**, v. 69, n. 4, p. 431-446, 2003.

MATTHEWS, M. R. Constructivism and Science Education: A Further Appraisal. **Journal of Science Education and Technology**, n. 11, 2002. 121-134.

- MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.
- MEIRIEU, P. **Aprender sim, mas como?** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 2005.
- MILLER, J. D. Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know. **Public Understand. Sci**, n. 13, p. 273-294, 2004.
- MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, n. 112, p. 29-48, 1983.
- MINASI, L. F. **Formação de professores em serviço: contradições na prática pedagógica**. 2008.
- MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H. Reform and innovation in science teaching: A human constructivist view. In: NOVAK, J.; MINTZES; WANDERSEE, J. (Eds.) **Teaching science for understanding**. New York: Academic Press, 2005. p. 29-58.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.
- MORGADO, P. **Práticas Pedagógicas e Saberes Docentes na Educação em Direitos Humanos**. Rio de Janeiro, 2001, p. 1-16.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, 2002.
- NASCIMENTO, S. S; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.
- NCEE - NATIONAL COMMISSION ON EXCELLENCE IN EDUCATION. A nation at risk: The imperative for educational reform. **The Elementary School Journal**, v. 84, n. 2, p. 113-130, 1983. Disponível em: <https://www2.ed.gov/pubs/NatAtRisk/index.html>
- NG, W. Why digital literacy is important for science teaching and learning. **Teaching Science**, v. 57, n. 4, p. 26-32, 2011.
- NORRIS, S.P. Learning to live with scientific expertise: toward a theory of intellectual communalism for guiding science teaching. **Science Education**, n. 79, p. 201-217, 1995.
- NORRIS, S.P; PHILLIPS, M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, n. 87. p. 224-240, 2003.
- NOVAK, J. D. Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. **Instructional Science**, v. 19, n. 1, p. 29–52, 1990.
- NOVAK, J. D. Constructivismo humano: un consenso emergente. **Enseñanza de las ciencias**, 6, n. 3, 1988. 213-223.

NOVAK, J. D; GOWIN, D. **Learn to learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NSES - National Science Education Standards. **National Research Council's National Committee on Science Education Standards and Assessment**. National Academies Press, Washington, D.C. 1996. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalogj4962.html>

OH, P. S. How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of earth science. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 4, p. 541-560, 2010.

OLIVA, J. M. The structural coherence of students' conceptions in mechanics and conceptual change. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 5, p. 539-561, 2003.

OTIS, N; GROUZET, F; PELLETIER, L. Latent motivational change in an academic setting: a 3-year longitudinal study. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 2, p. 170, 2005.

OVIGLI, D. F, B; BERTUCCI, M. C. S. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulista. **Ciência e Cognição**, v. 14, p. 194-209, 2009.

PACCA, J; VILLANI, A. Un curso de actualización y cambios conceptuales en profesores de física. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.1, p.25-33, 1996.

PAQUAY, L; WAGNER, M.C. Competências profissionais privilegiadas nos estágios e na videoformação. In: PAQUAY, L; PERRENOUD, P; ALTET, M; CHARLIER, E. (Orgs.). **Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais Competências?** 2a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.135-160.

PARIS, S. G; PARIS, A. H. Classroom applications of research on self-regulated learning. **Educational Psychologist**, v. 36, n. 2, p. 89-101, 2001.

PERONA, J. J; PORTOLÉS, J. J; LÓPEZ, V. Digital Literacy improving science education?. **New Educational Review**, v. 40, n. 2, p. 155-166, 2015.

PERRENOUD, Philippe. **10 Novas Competências para Ensinar**: convite à viagem. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. ¿Construir las competencias es darle la espalda a los saberes? **Revista de Docencia Universitaria**, v. 6, n. 2, p. 1-8, 2008.

PERRENOUD, P. O trabalho sobre o *habitus* na formação de professores - análise das práticas e tomada de consciência. In: PAQUAY, L; PERRENOUD, P; ALTET, M; CHARLIER, E. (Orgs.). **Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais Competências?** 2a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.161-184.

PIAGET, J; INHELDER, B. **The Psychology of the Child**. New York: Basic Books, 1962.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.) **Saberes Pedagógicos e atividade docente**. 2a. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

PIMENTA, S; GHEDIN, E. (Orgs.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002.

PISA, (2006). **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - Relatório Nacional**. Brasília: INEP, 2006.

PRAIA, J; CACHAPUZ, A; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PUTNAM, R; BORKO, H. El aprendizaje del profesor: Implicaciones de las nuevas perspectivas de la cognición. In: BIDDLE, B; GOOD, T; GOODSON, I. (Eds.) **La enseñanza y los profesores: la profesión de enseñar**. Barcelona: Paidós, 2000, p. 219-309.

QIAN, Y; LEHMAN, J. Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 18, n. 1, p. 1-24, 2017.

ROBERTS, D. A. Scientific literacy/science literacy. In ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Handbook of Research on Science Education**. Mahwa: Lawrence Erlbaum Associates. 2007, p. 729-780.

ROSE, D. H; MEYER, A. **Teaching every student in the digital age: Universal design for learning**. Alexandria: ASCD, 2002.

ROSENSHINE, B; EDMONDS, J. New sources for improving instruction: The implicit skills study. **Journal of Personnel Evaluation in Education**, v. 4, n. 1, p. 59-73, 1990.

RUBINI, B; ARDIANTO, D; PURSITASARI, I.D; PERMANA, I. Professional development model for science teachers based on scientific literacy. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v.166, 2017.

RYLE, G. **The Concept of Mind**. New York: Barnes and Noble, 1949.

SÁ, E. F; QUADROS, A. L; MORTIMER, E. F; SILVA, P. S; TALIM, S. L. As aulas de graduação em uma universidade pública federal: planejamento, estratégias didáticas e engajamento dos estudantes. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 70, p. 625-650, 2017.

SACRISTAN, G. Plano do currículo, plano do ensino: O papel dos professores/as. In: SACRISTÁN, G; PÉREZ GÓMEZ, A. **Comprender e Transformar o Ensino**. 4ª ed. Trad. Ernani da Fonseca Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SAETTLER, P. **The evolution of American educational technology**. Greenwich: IAP, 2004.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SANCHES, T. Required skills for teachers: information literacy at the top. In: **European Conference on Information Literacy**. Springer, Cham, 2017. p. 634-644.

SANTANA, R. S; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **REnCiMa**, v. 9, n.3, p. 218-237, 2018.

SANTOS, W. L. P. Educação científica: uma revisão sobre suas funções para construção do conceito de letramento científico como prática social. **Revista Brasileira de Educação, Anped**, v.12, n.36, p. 472-492, 2007.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. 4ª edição. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSI, G. P. Introdução à Estatística Descritiva para pesquisas em Informática na Educação. In: JAQUES, P; SIQUEIRA, S; BITTENCOURT, I; PIMENTEL, M. (Org.) **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa**. Porto Alegre: SBC, 2020. Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-2>.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v.14, n. 40, p.143-155, 2009.

SCARINCI, A. L; PACCA, J. L. O planejamento do ensino em um programa de desenvolvimento profissional docente. **Educação em Revista**, v. 31, p. 253-279, 2015.

SCARINCI, A. L; PACCA, J. L. O truncamento da sequência pedagógica do professor de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 681-696, 2016.

SCHEFFLER, I. **Conditions of knowledge: An introduction to epistemology and education**. Chicago: University of Chicago Press, 1965.

SCHIEL, D. (Ed.). **Ensinar as ciências na escola: da educação infantil à quarta série**. Trad. Marcel Paul Forster. São Carlos: CDCC-USP/Rima, 2005.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (coord.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1995, p.79-92.

SCHÖN, D. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, 1984.

SCHUNK, D; MEECE, J; PINTRICH, P. **Motivation in Education: Theory, Research, and Applications**. Boston: Pearson, 2014.

SCHWAB, J. J. The practical four: Something for curriculum professors to do. **Curriculum Inquiry**, n. 13, p. 239-265, 1983.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching foundations of new reform. **Havard Educational Review**. v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. S. Those who understand knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Feb., p.4-14, 1986.

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. **Review of Educational Research**, v. 78, n. 1, p. 153-189, 2008.

SIGNORELLI, G. O. Diário de campo como ferramenta de apoio ao processo de aprender a ser professor. In: ANDRÉ, M. **Práticas inovadoras na formação de professores**. Campinas: Papyrus, 2016. p. 121-145.

SILVA, H. R. Apontamentos sobre a organização do criacionismo e do intelligent design nos EUA e no Brasil. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 20, p. e020013, 2020.

SILVA, J. L ; MORADILLO, E. F. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, p. 28-39, 2002.

SKINNER, B.F. The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, n. 24, p. 86-97, 1954.

SMITH, B. O. **A design for a school of pedagogy**. Washington, DC: U.S. Department of Education, 1980.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 25, p. 5-17, 2004.

SOARES, M. **Letramento-um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, v. 26, p. 195-217, 2010.

SPINELLI, M. **Filósofos pré-socráticos**: primeiros mestres da filosofia e da ciência grega. Porto Alegre: EDPUCRS, 1998.

SPIRES, H A; PAUL, C. M; KERKHOFF, S. N. Digital literacy for the 21st century. In: **Advanced methodologies and technologies in library science, information management, and scholarly inquiry**. IGI Global, 2019. p. 12-21.

STENHOUSE, L. **Investigación y desarrollo del curriculum**. Madrid: Morata, 1991.

STENHOUSE, L. **La investigación como base de la enseñanza**. Madrid: Morata, 1987.

STREET, B. V. **Literacy in theory and practice**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

STUBBS, M. **Language and literacy**: the sociolinguistics of reading and writing. London: Routledge and Kegan Paul. 1980.

SUISSO, C; GALIETA, T. Relações entre leitura, escrita e alfabetização/letramento científico: um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais da área de ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 991-1009, 2015.

TAO, P. Confronting students with multiple solutions to qualitative physics problems. **Physics Education**, v. 36, n. 2, p. 135-139, 2001.

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

TARDIF, M. Savoirs et expérience chez les enseignants de métier. In: HENSLER, H. (Org.) **La recherche en formation des maîtres: Détour ou passage obligé sur la voie de la professionnalisation?** Sherbrooke: Editora CRP. 1993. p.53-86.

TARDIF, M; GAUTHIER, C. **O professor como ator racional: que racionalidade, que saber, que julgamento?** In: PAQUAY, L; PERRENOUD, P; ALTET, M; CHARLIER, E. (Orgs.). **Formando professores profissionais: Quais estratégias? Quais Competências?** 2a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p.185-210.

TARDIF, M; LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, M; LESSARD; C; LAHAYE, L. Esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, v. 1, n. 4, p. 215-233, 1991.

TAUER, J. M; HARACKIEWICZ, J. M. The effects of cooperation and competition on intrinsic motivation and performance. **Journal of personality and social psychology**, v. 86, n. 6, p. 849, 2004.

TELLO, J; AGUADED, I. Desarrollo profesional docente ante los nuevos retos de las tecnologías de la información y la comunicación en los centros educativos. **Pixel Bit**, n. 34; p. 31-47, 2009.

TERZIAN, Sevan. **Science education and citizenship: Fairs, clubs, and talent searches for American youth, 1918–1958.** New York: Springer, 2012.

TFOUNI, L. V. **Adultos não alfabetizados: o avesso do avesso.** Campinas: Pontes, 1988.

TFOUNI, L. V. **Letramento e alfabetização.** São Paulo: Cortez, 1995.

TFOUNI, L.V. A escrita: remédio ou veneno? In: AZEVEDO, M. A; MARQUES, M.L. (eds.). **Alfabetização Hoje.** São Paulo: Cortez, p. 51-69, 1994.

THOMAS, Gregory P. Metacognition in science education: Past, present and future considerations. In: FRASER, J; TOBIN, K; MCROBBIE, C. (Eds.) **Second International Handbook of Science Education.** Dordrecht: Springer, 2012. p. 131-144.

TREAGUST, D; HARRISON, A. The genesis of effective scientific explanations for the classroom. In: LOUGHRAN, J. (Ed.). **Researching Teaching: Methodologies and Practices for Understanding Pedagogy.** London: Falmer Press, 1999. p. 28-43.

TREFIL, J. Science Education for Everyone: Why and What? **Liberal Education**, v. 94, n. 2, p. 6-11, 2008.

TREFIL, J. **Why Science?** New York: Teachers' College Press, 2007.

TSAY, H-H C; KOFINAS, A. Student engagement and the novelty effect in a technology-mediated gamified course. **Anais do SRHE - International Conference on Research into Higher Education**, Celtic Manor, Newport, Wales 7 a 8 dez. 2017.

TYLER, R. W. **Basic principles of curriculum and instruction.** Chicago: University of Chicago Press, 1950.



- UK GOV. **National curriculum in England**: science programmes of study. 2015.
- VAN DER KLEIJ, F; ADIE, L; CUMMING, J. Using video technology to enable student voice in assessment feedback. **British Journal of Educational Technology**, v. 48, n. 5, p. 1092-1105, 2017.
- VARGAS, J. S. **Behavior analysis for effective teaching**. New York: Routledge, 2013.
- VILLANI, A. Planejamento escolar: um instrumento de avaliação de professores. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 177, 1991.
- VILLANI, A.; PACCA, J. L. D. A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de Ciências. **Revista da Faculdade de Educação da USP**, 23, n. 1-2, 1997.
- VILLANI, A.; PACCA, J.L.A. Teoria e prática didática na atualização de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.14, n.2, p.113-119, 1992.
- VINATIER, I; ALTET, M. **Analyser et comprendre la pratique enseignante**. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2008.
- WANG, J; SNEED, S; WANG, Y. Validating a 3E Rubric Assessing Pre-Service Science Teachers' Practical Knowledge of Inquiry Teaching. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 2, 2020.
- WARSCHAUER, C. **A roda e o registro**: uma parceria entre professores, alunos e conhecimento. São Paulo: Paz e Terra, 2017.
- WELLINGTON, J; OSBORNE, J. **Language and literacy in science education**. McGraw-Hill Education (UK), 2001.
- WENHAM, M. The nature and role of hypotheses in school science investigations. **International Journal of Science Education**, v. 15, n. 3, p. 231-240, 1993.
- WHITE, R. Decisions and problems in research on metacognition. In: FRASER, B; TOBIN, K. (Eds.). **International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 1998. p.1207-1213.
- WINSTONE, N. E. NASH, R. A; PARKER, M; ROWNTREE, J. Supporting learners' agentic engagement with feedback: A systematic review and a taxonomy of recipience processes. **Educational Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 17-37, 2017.
- WOLTERS, C. A; BRADY, A. C. College students' time management: A self-regulated learning perspective. **Educational Psychology Review**, v. 33, n. 4, p. 1319-1351, 2021.
- WRAGG, E. C. **Classroom teacher skills** - The research findings of the Teacher Education Project. London: Routledge, 1989.
- YAGER, R.E. Meaning of STS for science teachers. In: YAGER, R.E. (ed.) **Science, Technology, Society as reform in science education**. New York: State University of New York Press. 1996, p. 16-24.

ZABALZA, M. A. **Los diarios de clase**. Documento para estudiar cualitativamente los dilemas prácticos de los profesores. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, 1991.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, v. 22, p. 727-740, 2016.

ZEICHNER, K. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993.

ZEICHNER, K. M.; TABACHNICK, B. Robert. The development of teacher perspectives: Social strategies and institutional control in the socialization of beginning teachers. **Journal of Education for teaching**, v. 11, n. 1, p. 1-25, 1985.

ZIBETTI, M. L. T.; SOUZA, M. P. R. Apropriação e mobilização de saberes na prática pedagógica: contribuição para a formação de professores. **Educ. Pesqui.**, São Paulo , v. 33, n. 2, p. 247-262, 2007.

ZIMMERMAN, B. J. Self-regulation involves more than metacognition: a social cognitive perspective. **Educational Psychologist**, v.30, n.4, p.217-221, 1995.

ZIMMERMAN, C; BISANZ, G; BISANZ, J; KLEIN, J; KLEIN, P. Science at the supermarket: A comparison of what appears in the popular press, experts' advice to readers, and what students want to know. **Public Understand. Sci**, n. 10, p. 37-58, 2001.

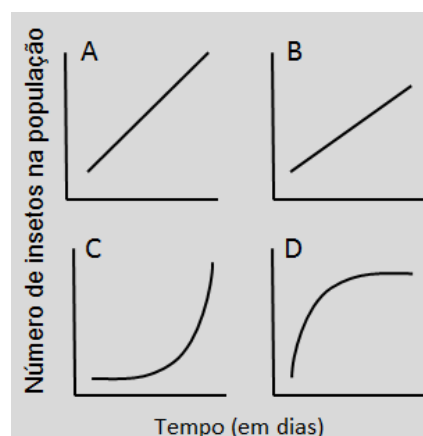
## 7 ANEXO – QUESTÕES DO TOSLS

### 1. Qual dos argumentos abaixo é cientificamente válido?

- As medições do nível do mar na costa do Golfo do México, tomadas este ano, foram menores do que o normal. Em média as medições mensais foram quase 0,1 centímetros menores que o normal em algumas áreas. Tal fato mostra que elevação do nível do mar não é um problema.
- Observou-se que certa de linhagem de camundongos geneticamente modificados pela ausência de um certo gene, eram incapazes de se reproduzir. A reintrodução do referido gene nos camundongos mutantes restaurou sua capacidade de reprodução. Tal evidência sugere que o referido gene é essencial para a reprodução dos camundongos.
- Uma pesquisa revelou que 34% dos americanos acreditam que os dinossauros e seres humanos conviveram no passado, porque pegadas fósseis de ambas as espécies foram encontradas no mesmo lugar. Esta crença generalizada é uma evidência apropriada para apoiar a alegação de que os seres humanos não evoluíram de ancestrais símios.
- Neste inverno, o nordeste dos Estados Unidos registrou quantidades recordes na média mensal de queda de neve. As temperaturas foram 2°C mais baixas do que o normal em algumas áreas. Esses fatos indicam que o clima da região está mudando.

2. Suponha que em certo local você registrou em forma de tabela a variação do crescimento da população de insetos ao longo do tempo. Neste caso, qual gráfico mostra a melhor representação de seus dados?

Tempo (dias)	População de insetos
2	7
4	16
8	60
10	123



3. Um estudo sobre a expectativa de vida foi realizado com uma amostra aleatória de 1.000 participantes dos Estados Unidos. Nessa amostra, a expectativa de vida média era 80,1 anos para as mulheres e 74,9 anos para os homens. Uma maneira de aumentar a confiança na afirmação de que, na população dos Estados Unidos, as mulheres verdadeiramente vivem mais que os homens, é?

- Subtrair o valor da média de expectativa de vida das mulheres do valor da média de expectativa de vida dos homens. Se o resultado for positivo as mulheres vivem mais.
- Realizar uma análise estatística para determinar se as mulheres vivem mais que os homens.
- Traçar os valores da média de vida de homens e mulheres e analisar visualmente os dados.
- Não há forma de aumentar a certeza sobre a efetiva diferença de expectativa de vida entre homens e mulheres.

4. Em qual das seguintes pesquisas é *menos provável* existir viés (variável que permite uma explicação alternativa dos resultados)?

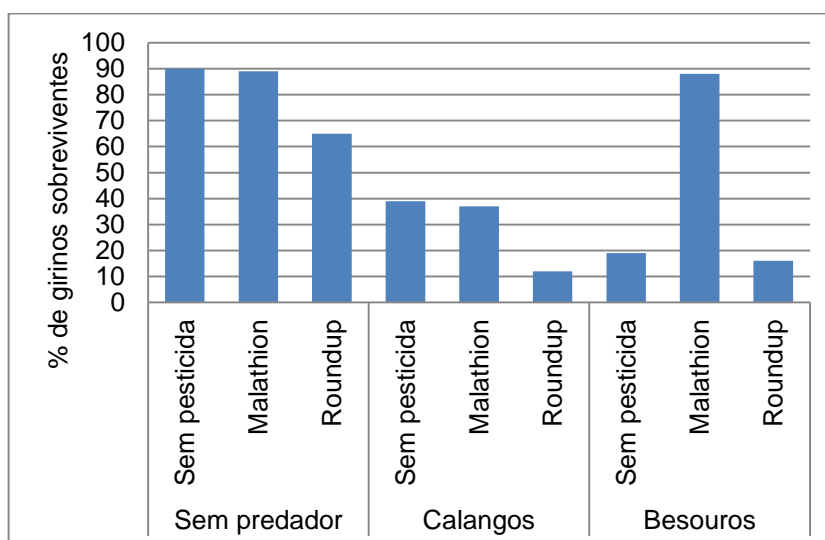
- Adotou-se uma amostra aleatória, onde os participantes são grupos experimentais e controle. Mulheres representam 35% do grupo experimental e 75% no grupo de controle.
- Para explorar as tendências em crenças religiosas de estudantes que frequentam universidades brasileiras, pesquisadores investigaram uma seleção aleatória de 500 calouros em uma pequena faculdade privada localizada em uma cidade que faz fronteira com a Argentina.

- c) Para avaliar o efeito de um novo programa de dieta, pesquisadores compararam a perda de peso entre voluntários selecionados para grupos de tratamento (dieta) e controle (sem dieta), enquanto monitoram a média de exercícios diários e variação de peso dos sujeitos de ambos os grupos.
- d) Os pesquisadores testaram a eficácia de um novo fertilizante para 10.000 (dez mil) mudas de árvores. As mudas do grupo de controle (sem fertilizantes) foram testadas durante o outono, enquanto as do grupo de tratamento (com fertilizantes) foram testadas durante a primavera seguinte.

**5.** Qual das seguintes atitudes é a cientificamente válida?

- a) Baseada em dois estudos financiados pela indústria farmacêutica, a Agência de Vigilância Sanitária declara seguro o uso de certa substância química, independentemente de outros estudos químicos e sanitários.
- b) Jornalistas darem o mesmo crédito a ambos os lados de uma controvérsia científica, embora a versão de um dos lados tenha sido refutada por muitos experimentos.
- c) A agência do governo decide alterar mensagens de saúde pública sobre a devida a pressão de um conselho das empresas envolvidas na fabricação de uma fórmula de leite para recém-nascidos.
- d) Vários estudos descobriram uma nova droga eficaz para tratar os sintomas de autismo; no entanto, uma agência do governo se recusa a aprovar o medicamento até que seus efeitos a longo prazo sejam conhecidos.

*Esclarecimento para questão 6:* O gráfico a seguir (Fig. 2) foi retirado de um artigo científico sobre os efeitos da adição de pesticidas sobre a mortalidade de girinos em seu ambiente natural.

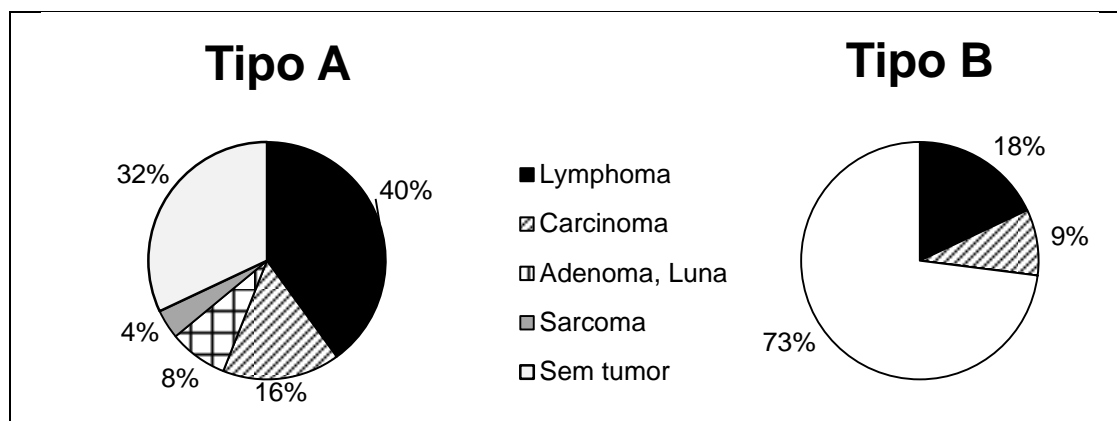


**Fig. 2:** Total de girinos sobreviventes em lagoas com dois tipos de pesticidas (Malathion e Roundup) e dois predadores de girinos (besouros e calangos) presentes.

**6.** Houve uma diferença significativa na mortalidade de girinos na lagoa onde foi utilizado o pesticida Malathion e introduzido besouros como predadores dos girinos. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar esses resultados, mostrados no gráfico?

- a) O Malathion matou girinos, fazendo com que os besouros sentissem mais fome e comessem mais girinos.
- b) O Malathion matou girinos, de modo que besouros tinham mais comida e sua população aumentou.
- c) O Malathion matou os besouros, causando a morte de menos girinos.
- d) O Malathion matou os besouros, fazendo a população de girinos aumentar.

7. Qual das seguintes alternativas é a melhor interpretação do gráfico abaixo:



Tumores encontrados em ratos do tipo A e B. Gráfico do tipo pizza que mostra a incidência relativa de tumores. Números representam a porcentagem de ocorrência de cada tipo específico de tumor

- Ratos do tipo A com Lymphoma são mais comuns que ratos do tipo A sem tumor
- Ratos do tipo B são mais propensos a ter tumores que os do tipo A
- A porcentagem de ocorrência de Lymphoma é igual em ratos do tipo A e B
- Carcinoma é menos comum que Lymphoma somente em ratos do tipo B

8. Criadores do *Mister Músculo*, um tipo de haltere articulado, que o uso de seu produto pode produzir “incrível força!”. Qual das informações adicionais abaixo pode fornecer uma evidência mais forte para apoiar a eficácia do *Mister Músculo* em aumentar a força muscular dos seus usuários?

- Dados da pesquisa indicam que, em média, os usuários do *Mister Músculo* relatam usar o produto 6 dias por semana, enquanto os usuários de halteres padrão relatam usá-los apenas 3 dias semana.
- Comparados no estado de repouso, os usuários do *Mister Músculo* apresentavam 300% de aumento do fluxo sanguíneo nos músculos quando utilizavam o produto.
- Dados da pesquisa indicam que um número significativo os usuários do *Mister Músculo* relataram sentir maior tônus muscular.
- Comparado com usuários de halteres padrão, usuários do *Mister Músculo* foram capazes de levantar pesos significativamente mais pesados no final de um ensaio de 8 semanas.

9. Qual desses não é um bom exemplo do uso adequado da Ciência?

- Um grupo de cientistas pediu para rever propostas de concessão de financiamento com base em recomendações sobre a experiência do investigador, os planos de projeto, e dados preliminares de propostas de pesquisa submetidas.
- Os cientistas estão sendo selecionados para ajudar a realizar um estudo de pesquisa patrocinado pelo governo sobre o clima global com base em seus interesses políticos.
- O Serviço de Pesca e Vida Silvestre revisa sua lista de espécies protegidas e em perigo de extinção em resposta a resultados de novas investigações.
- O Senado deixa de financiar um programa de educação sexual amplamente utilizado após estudos mostrarem limitada a eficácia do programa.

*Antecedentes para Pergunta 10:* Suponha que seu interesse seja despertado por uma notícia sobre a história dos feromônios humanos. Em uma busca na internet você encontra o seguinte website:

**EROS FOUNDATION**

Special Sale  
Pheromone 10.131™ increase romance in your life; 1.6 oz. bottle normally \$98.50. (25% off)

INÍCIO | EROS CIÊNCIA | FEROMÔNIOS REVELADOS | LIVROS & PRODUTOS | ARTIGOS MULTIMÍDIA | CONTATOS | VIDEOS

**Explore o Site**

**Bem vindo a Fundação Eros**  
*Um centro de pesquisa Biomédica*

**Fundado em 1995 pela Dra. Millicent Baxter**  
Bióloga e co-descobridora de feromônios em humanos e autora do livro:

*Os Hormônios e sua Saúde: um guia rápido sobre tratamento hormonal e outras terapias alternativas para a menopausa*

>> Para comprar este livro [clique aqui](#)

Dra. Millicent Baxter, bacharelou-se em Psicologia em 1981 pela Universidade de Utica, concluindo seu doutorado em Biologia em 1987 pela Universidade de Duke, em seguida fez seus estudos de pós-doutorado sobre endocrinologia comportamental na Universidade de Stanford. Em 1995 fundou, em parceria com outros pesquisadores, um programa de Bem Estar de Mulheres no Hospital Estadual da Universidade de Nova York. É autora de mais de 35 artigos de pesquisa, co-autora de cinco patentes e autora de oito livros sobre saúde da mulher.

**Publicações da Fundação Eros em revistas científicas**  
Em dezembro de 2010, a Sociedade Internacional da Menopausa convidou a Dra. Baxter para publicar uma revisão de artigos publicados sobre os tratamentos para diminuição do câncer de mama.  
Em 2002 um artigo publicado na revista WHI e sua divulgação na mídia fizeram com que mulheres interrompessem os tratamentos de reposição hormonal aos quais vinham sendo submetidas

*Baxter, M; McColl, N; Leiberman, E.; Calabrese-Stone, E. (2000) Sexual Response in women. Obstetrics & Gynecology 95: 4 (Supplement) April 2000, 19S.*  
*Baxter, M; McColl, N; Leiberman, E. (1998) Pheromonal Influences on Sociosexual Behavior. Archives of Sexual Behavior 24: 1-13.*  
*Baxter, M; Calabrese-Stone, E. (1998) Woman after 40 years of age: the role of sex hormones and pheromones; Disease-A-Month 44, 423-546*  
*Breast cancer in postmenopausal women: what is the real risk? Comunicação oral proferida durante a 65th Annual Meeting of the American Society of Reproductive Medicine (ASRM) October 2009.*

**Shortcuts**  
Click here To Order From Eros  
Privacy Protection

**10.** Qual das seguintes características é a mais importante para avaliar a confiabilidade ou não do conteúdo deste website?

- As informações podem não ser corretas, pois referências adequadas não são fornecidas.
- As informações podem não ser corretas, uma vez que o objetivo do site é a propaganda de um produto.
- As informações são provavelmente corretas, porque são fornecidas referências adequadas.
- As informações são provavelmente corretas, porque o autor do site é confiável.

Analise o trecho abaixo para responder as perguntas **11** a **14**:

*“Um estudo recente, com mais de 2.500 nova-iorquinos, maiores de 9 anos, mostrou que as pessoas que bebem refrigerante diet todos os dias possuem um risco 61% maior de sofrer eventos vasculares, incluindo acidente vascular cerebral e ataque cardíaco, em comparação com aqueles que evitam bebidas diet. Neste estudo, a equipe de investigação da doutora Hannah Gardner pesquisou aleatoriamente os comportamentos alimentares, hábitos de exercício, bem como cigarro e consumo de álcool de 2564 nova-iorquinos. Os participantes também passaram por exames físicos, incluindo medições de pressão arterial e exames de sangue para o colesterol e outros fatores que podem afetar o risco de ataque cardíaco e acidente vascular cerebral. O aumento da probabilidade de eventos vasculares permaneceu mesmo depois dos pesquisadores contabilizarem outros fatores de risco, como o tabagismo, pressão arterial alta e níveis elevados de colesterol. Os investigadores não encontraram aumento do risco entre as pessoas que bebiam refrigerante comuns (não diet)”.*

**11.** Os resultados deste estudo sugerem que beber refrigerante diet pode aumentar o risco de eventos cardíacos, ataques e derrames. Nas instruções a seguir, identifique evidências adicionais que apoiem esta afirmação.

- a) Os resultados de um estudo epidemiológico sugerem que os residentes de New York são 6,8 vezes mais propensos a morrer por causa de doença vascular, em comparação com as pessoas que vivem em outras cidades norte-americanas.
- b) Os resultados de um estudo experimental demonstraram que indivíduos escolhidos aleatoriamente para consumir um refrigerante diet por dia, tinham duas vezes mais chances de ter um acidente vascular cerebral em comparação com aqueles escolhidos para beber um refrigerante normal diariamente.
- c) Estudos em animais sugerem uma ligação entre doença vascular e o consumo de doces que são ingredientes de refrigerantes.
- d) Resultados de pesquisa indicam que pessoas que bebem um ou mais refrigerantes diet por dia fumam com mais frequência do que as pessoas que não bebem refrigerante diet, levando a aumento de eventos vasculares.

**12.** A citação anterior provém de que tipo de fonte de informação?

- a) Primária (pesquisa realizada, escrita e submetida à revisão por pares).
- b) Secundária (revisão de várias pesquisas, escrita como um artigo resumido com referências, que foi submetido a uma revista científica).
- c) Terciária (reportagens, verbetes enciclopédicos ou documentos publicados por órgãos do governo).
- d) Nenhuma das acima.

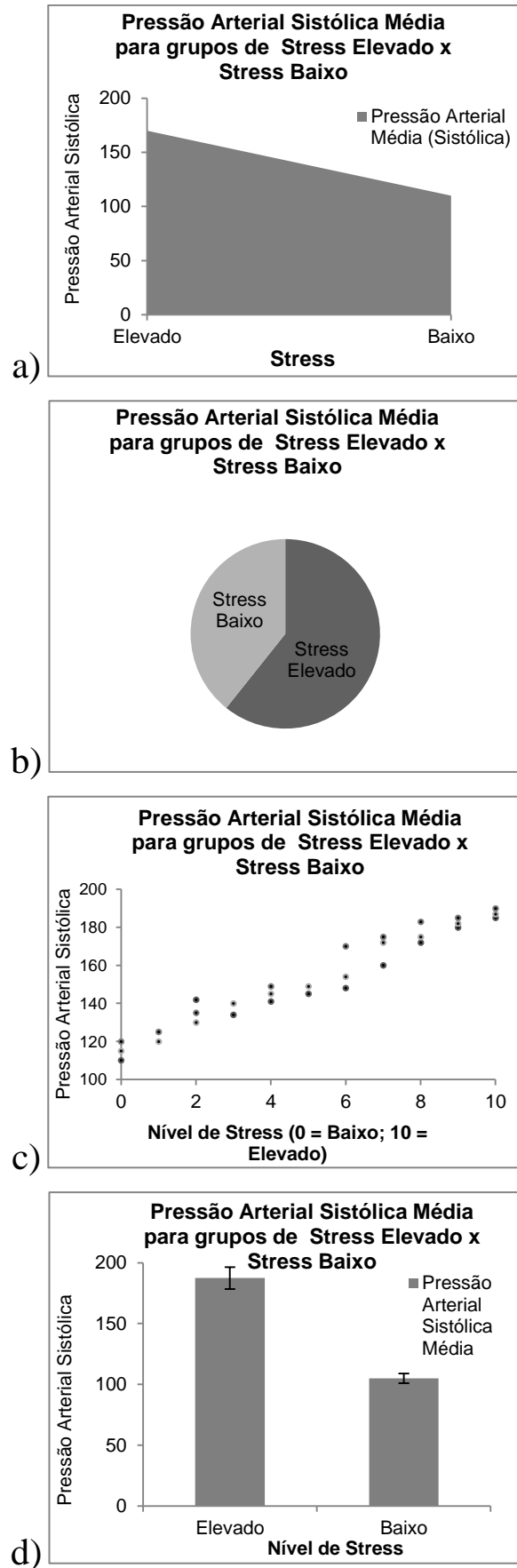
**13.** A pesquisadora principal do referido estudo, declarou: “*Acho que os consumidores de refrigerante diet tem que ficar atentos, mas não o fazem.*” Então, por que não alertar as pessoas a parar de tomar refrigerante diet imediatamente?

- a) Os resultados devem ser reaplicados com uma amostra mais representativa da população dos EUA.
- b) Pode haver significativa confusão de variáveis presentes (explicações alternativas para relação entre consumo de refrigerantes diet e doença vascular).
- c) Os sujeitos não foram escolhidos aleatoriamente para grupos experimental e de controle.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

**14.** Qual dos seguintes atributos não faz parte da pesquisa mencionada?

- a) Coleta de dados a partir de uma grande amostra.
- b) Amostragem aleatória de pessoas residentes em New York.
- c) Participantes divididos aleatoriamente em grupos controle e experimental.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

**15.** Os pesquisadores descobriram que os indivíduos mais estressados têm índices significativamente mais elevados de pressão arterial em comparação com indivíduos com pouco stress. O gráfico que seria mais apropriado para a exibição da média de classificações de pressão arterial por grupo seria?

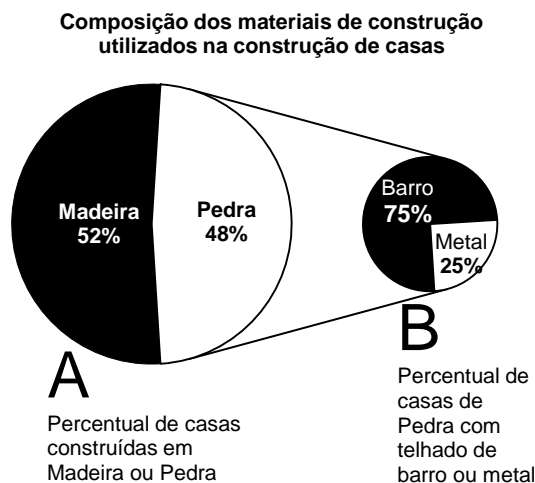


Esclarecimento para *Pergunta 16*: A eficiência energética de residências depende dos materiais de construção utilizados e como eles se adaptam a diferentes climas. Os dados a seguir foram coletados sobre os tipos de



materiais de construção utilizados na construção de moradias. Casas de pedra são mais eficientes. Para determinar se a eficiência depende do estilo de telhado, os dados também foram coletados no percentual de casas de pedra que tinham ambos os telhados: de telhas ou metal.

**16.** Com base nas informações do gráfico abaixo, qual a proporção de casas construídas em pedra com telhado de barro?



- a) 25%
- b) 36%
- c) 48%
- d) O valor não pode ser calculado sem o conhecimento do número original participantes da pesquisa

**17.** O fator mais importante para classificar um artigo de pesquisa como confiável é:

- a) A Presença de dados gráficos ou ilustrações
- b) Ter sido avaliado imparcialmente por terceiros, especialistas no assunto
- c) A reputação dos pesquisadores
- d) A publicação do artigo

**18.** Qual é a conclusão mais precisa que se pode fazer a partir dos dados do gráfico abaixo?



- a) O maior aumento do consumo de carne tem ocorrido nos últimos 20 anos.
- b) O consumo de carne tem aumentado de forma constante ao longo dos últimos 40 anos.
- c) O consumo de carne nos países em desenvolvimento duplica a cada 20 anos.
- d) O consumo de carne aumenta em 50% a cada 10 anos

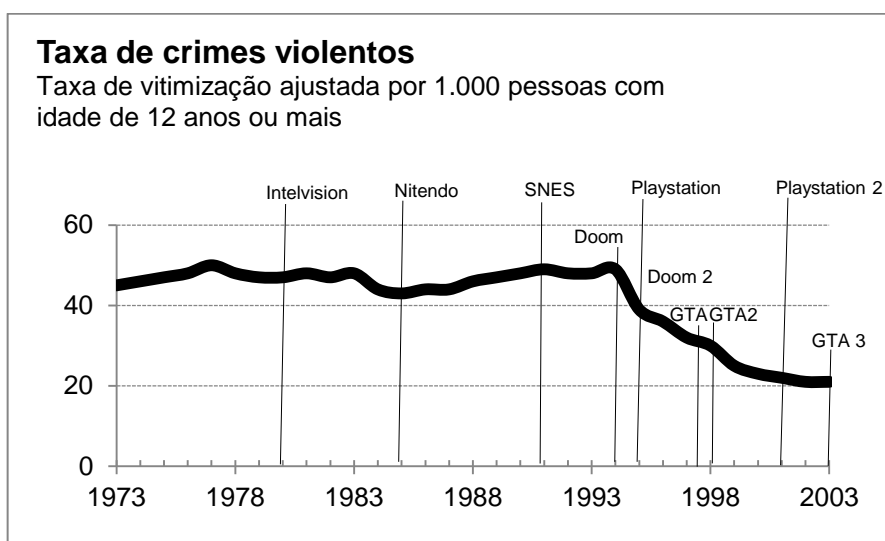
**19.** Dois estudos estimam o teor médio de cafeína em bebidas energéticas. Cada estudo utiliza o mesmo teste numa amostra aleatória de bebida energética. O estudo 01 utiliza 25 garrafas, e o estudo 02 utiliza 100 garrafas. Qual afirmação é verdadeira?

- a) O teor médio real estimado de cafeína em cada estudo será igualmente incerto.
- b) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será menor no estudo 01 do que no estudo 02.
- c) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será maior no estudo 01 do que no estudo 02.
- d) Nenhuma das alternativas acima.

**20.** Um furacão eliminou 40% dos ratos selvagens em uma cidade costeira. Em seguida, uma doença transmitida por água parada acabou matando 20% dos ratos selvagens que sobreviveram ao furacão. Qual percentagem da população original de ratos sobrou após esses dois eventos?

- a) 40%
- b) 48%
- c) 60%
- d) Não pode ser calculado sem saber o número original de ratos.

Esclarecimento para questão 21: Um entusiasta de jogos eletrônicos, argumentou que jogar videogames violentos não causa aumento de crimes violentos como os críticos desse tipo de jogo frequentemente afirmam. Para apoiar seu argumento, apresentou o gráfico a seguir. Nele observa-se que a taxa de crimes violentos diminuiu bastante desde a época em que os primeiros jogos eletrônicos foram introduzidos.



**21.** Dada a informação apresentada neste gráfico, qual a fragilidade no argumento desse entusiasta?

- a) As taxas de crimes violentos parecem aumentar ligeiramente após a introdução de alguns jogos.
- b) O gráfico não mostra índices de crimes violentos cometidos por crianças com menos de 12 anos de idade, por isso os resultados são tendenciosos.
- c) A tendência de queda na taxa de criminalidade pode ter sido causada por algo diferente do lançamento de jogos de videogames violentos.
- d) O gráfico mostra apenas dados até 2003. Dados mais atuais são importantes

**22.** O seu médico prescreveu um medicamento que é completamente novo. A droga tem alguns efeitos colaterais, assim, é necessário fazer uma pesquisa para determinar a eficácia da nova droga em comparação com os medicamentos similares no mercado. Qual das seguintes fontes fornece informações mais confiáveis?

- a) Bula/site do fabricante da droga
- b) Uma característica especial sobre a droga no noticiário noturno
- c) Estudo realizado por pesquisadores independentes
- d) Informações de um amigo de confiança que tomou a droga por seis meses

**23.** Um teste de genética mostra uma promissora detecção precoce do câncer do colo do útero. No entanto, 5% de todos os resultados dos testes são falsos positivos; ou seja, os resultados indicam que o câncer é presente quando o paciente está na verdade, livre do câncer. Dada essa taxa de falsos positivos, o número de pessoas em 10.000 que teria um resultado falso positivo e se assustaria desnecessariamente é igual a?

- a) 5
- b) 35
- c) 50
- d) 500

**24.** Por que os pesquisadores utilizam as estatísticas para tirar conclusões sobre os seus dados?

- a) Pesquisadores muitas vezes coletam dados sobre tudo e todos na população.
- b) O público é facilmente influenciado por números e estatísticas.
- c) As verdadeiras respostas às questões de investigação só podem ser reveladas por meio de análise estatística.
- d) Os investigadores fazem inferências sobre a população e utilizam estimativas a partir de amostras menores.

**25.** Um pesquisador levanta a hipótese de que as vacinas que contêm traços de mercúrio não causam autismo em crianças. Qual dos seguintes dados corroboram essa hipótese?

- a) A contagem do número de crianças que foram vacinadas e têm autismo.
- b) Dados de triagem anuais sobre sintomas de autismo em crianças vacinadas e não vacinadas desde o nascimento até os 12 anos.
- c) Taxa média de autismo em crianças nascidas nos Estados Unidos.
- d) Média da concentração de mercúrio no sangue de crianças com autismo.

**Antecedentes para questão 26:** Suponha que ao fazer uma pesquisa na internet para ajudar sua avó a entender dois diferentes novos medicamentos para osteoporose, você encontrou uma publicação no *Eurasian Journal* que contém dados que mostram a eficácia de apenas um desses novos medicamentos. Como a referida revista é financiada por uma empresa farmacêutica específica, a maioria dos anúncios da revista são de produtos desta empresa. Em suas pesquisas, você também encontrou outros artigos que mostram que a referida droga tem apenas uma eficácia limitada.

**26.** Escolha a melhor resposta que iria ajudá-lo a decidir sobre a credibilidade da revista acima citado:

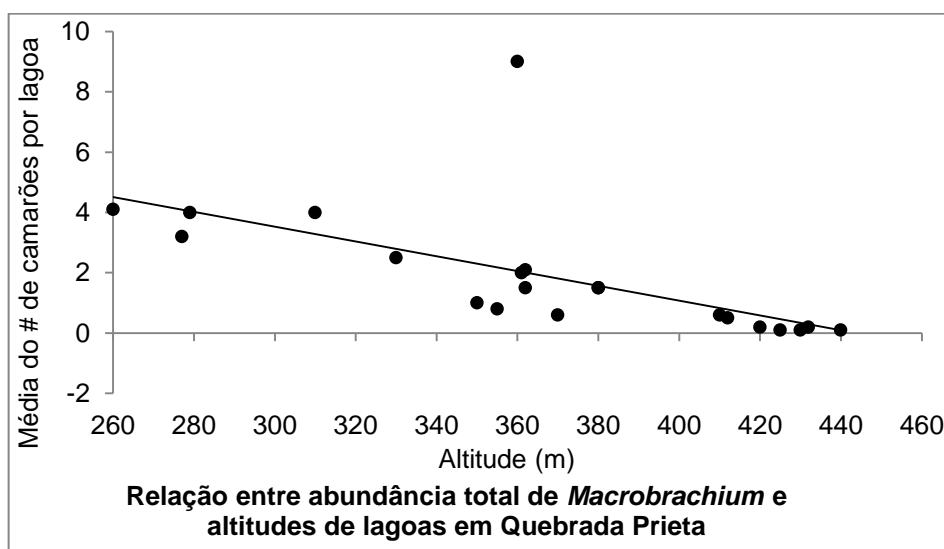
- a) Não é uma fonte confiável de pesquisa científica porque havia anúncios dentro da revista.
- b) É uma fonte confiável de pesquisa científica porque a publicação conta com colaboradores que possuem credenciais apropriadas para avaliar a qualidade dos artigos de pesquisa antes de sua publicação.
- c) Não é uma fonte confiável de investigação científica, porque seus artigos mostram apenas a eficácia dos medicamentos da empresa que a financia.
- d) É uma fonte confiável de pesquisa científica, pois os estudos publicados na revista foram mais tarde replicados por outros pesquisadores.

**27.** Qual das seguintes opções são atitudes cientificamente válidas?

- a) Uma revista científica rejeitar um estudo porque os resultados fornecem evidências contra um modelo amplamente aceito.
- b) Uma revista científica retirar a publicação de um artigo depois de descobrir que o pesquisador deturpou os dados.

- c) Um investigador distribuir amostras grátis de uma nova droga que ele está desenvolvendo para pacientes que necessitam.  
 d) Um cientista sênior incentivar seu aluno de pós-graduação a publicar um estudo contendo resultados inovadores que não podem ser verificados.

**Antecedentes para questão 28:** Pesquisadores interessados na relação entre a abundância de camarões (*Macrobrachium*) e altitude das lagoas, apresentaram os seguintes dados no gráfico abaixo. Curiosamente, eles também observaram que as lagoas tendem a ser mais rasas em altitudes mais elevadas.



- 28.** Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar os resultados apresentados no gráfico?
- a) Há um maior número de lagoas em altitudes superiores a 340 metros porque chove com mais frequência em altitudes mais elevadas.  
 b) Camarões são mais abundantes em lagoas de altitudes mais baixas, pois esses locais tendem a ser mais profundos.  
 c) Este gráfico não pode ser interpretado devido existência de um ponto periférico nos dados.  
 d) A medida que a elevação aumenta, abundância de camarão também aumenta, porque eles têm menos predadores em altitudes mais elevadas.