



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES  
PARA REPENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS PELA PERSPECTIVA DO ENSINO  
POR INVESTIGAÇÃO**

**Vitor Rios Valdez**

**BRASÍLIA – DF**

**2017**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES  
PARA REPENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS PELA PERSPECTIVA DO ENSINO  
POR INVESTIGAÇÃO**

**Vitor Rios Valdez**

Dissertação desenvolvida sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria de Nazaré Kautau Guimarães (UnB) e Coorientação da Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliane Mendes Guimarães (UnB), apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC da Universidade de Brasília - UnB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

**BRASÍLIA – DF**

**2017**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

VITOR RIOS VALDEZ

### **DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA REPENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS PELA PERSPECTIVA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB).

Aprovada em                    de                    de                    .

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria de Nazaré Kautau – IB/UnB

(Presidente)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Louise Brandes M. Ferreira – FUP/UnB

(Membro Titular)

---

Prof Dr Delano Moody Simões da Silva – FUP/UnB

(Membro Titular)

## **AGRADECIMENTOS**

À minha amada esposa Ana Luisa Gerin, por me dar inestimável suporte e me suportar ao longo de todo esse trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Nazaré Kautau, pelo acolhimento, pela orientação atenciosa e disposição para encarar novas áreas e mudanças de rumo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliane Mendes Guimarães pela coorientação enriquecedora, pelas contribuições teóricas e pelas diversas disciplinas juntos.

Aos Prof. Dr. Delano Moody Simões e Louise Brandes Ferreira pelas valiosas contribuições e críticas que ajudaram a definir os rumos deste trabalho.

À minha família (Edina, Valdez, Davi, Júlia e todos os outros), que me permitiram chegar onde cheguei, ser quem sou e saber onde quero ir.

Aos diversificados amigos biólogos (Thayara, Petrônio, Akemi, Lígia, Pedro, Rafa, Karenina, Elias, Aline, Clara, Thaiça, Vitor, Aline, Juliana, Mariana, Ronan e tantos outros), por compartilharem experiências e contribuírem para uma educação superior muito mais integral.

Aos filosóficos amigos de quarta e quinta-feira (Thalita, Camila, Josué, Gabriel, Maya, Wellington e João), por compartilharem uma visão de mundo, ideias e discussões que dariam diversos artigos.

Aos ancestrais amigos góblins (Raphael, Thiago, Vinícius e Geovani) e escrotos (Patrícia, Erlany, Luciano, Palloma, Guilherme, Kiev, Ludmila, Gabriella e Emmanuel), por compartilharem memórias, zueiras e cervejas que ajudaram a manter a sanidade.

## RESUMO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e outros documentos norteadores da educação estabelecem uma perspectiva de formação dos jovens para a autonomia e para a vida em sociedade. No contexto das ciências, o ensino por investigação é uma abordagem que vai de encontro a essa tendência, levando o educando a explorar fenômenos, investigar informações, estudar conceitos científicos e propor soluções para problemas. Enquanto as diretrizes educacionais apontam para a formação cidadã, a sociedade cobra, em especial do ensino médio, aprovação em exames vestibulares. Nesse impasse, professores das diversas áreas do conhecimento podem ficar em dúvida sobre qual demanda atender. Buscando compreender essas diversas influências e nortear o trabalho de professores de disciplinas científicas do ensino médio, foram explorados os pressupostos e objetivos educacionais por trás de exames vestibulares, documentos legais e pesquisas sobre ensino de ciências. Ao investigar os objetivos educacionais do ensino por investigação, de John Dewey, da Taxonomia de Bloom, dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília (PAS-UnB), notou-se uma tendência ao ensino de características mentais (competências) e processuais (habilidades). A partir disso, foi possível elaborar uma matriz de objetivos educacionais para nortear o ensino de ciências de forma a atender a todos esses referenciais. A matriz proposta, denominada MEI, se apoia nos aspectos da investigação científica para que professores de qualquer área possam desenvolver, junto a seus alunos, competências e habilidades úteis para a formação cidadã, autonomia e sucesso em exames vestibulares.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Ensino por Investigação. Matrizes de Competências e Habilidades.

## ABSTRACT

The Law of Guidelines and Bases of National Education and other guiding documents for education establish a perspective of training young people for autonomy and for life in society. In the context of sciences, the Inquiry is an approach that meets this trend, leading the student to explore phenomena, investigate information, study scientific concepts and propose solutions to problems. While the educational guidelines point to the formation of citizens, the society demands, especially from high school, success in vestibular exams. In this impasse, teachers from several areas of knowledge may be in doubt about which demand to attend. In order to understand these diverse influences and to guide the work of teachers of high school scientific disciplines, the educational objectives behind vestibular exams, legal documents and research on science teaching were explored. Investigating the educational objectives of the Inquiry, John Dewey's pedagogy, Bloom's Taxonomy, the National Curricular Parameters (PCN), the National High School Examination (ENEM) and the Serial Assessment Program of the University of Brasília (PAS-UnB), a tendency to teach mental (competence) and procedural (skills) characteristics was noted. With this, it was possible to elaborate a matrix of educational objectives to guide the teaching of sciences in order to meet all these references. The proposed matrix called MEI, relies on aspects of scientific research so that teachers from any area can develop with their students competencies and skills that is useful for citizenship formation, autonomy and success in vestibular exams.

**Keywords:** Science Teaching. Inquiry. Matrices of Competencies and Skills.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Competências e Habilidades de Ciências da Natureza e Matemática, segundo os PCN _____	40
Quadro 2. Dimensão do Conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada _____	53
Quadro 3. Dimensão do Processo Cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada____	54
Quadro 4. Elementos recorrentes na pedagogia de John Dewey _____	60
Quadro 5. Elementos recorrentes na literatura do Ensino por Investigação _____	60
Quadro 6. Dimensão do Conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada _____	61
Quadro 7. Competências nos Parâmetros Curriculares Nacionais _____	61
Quadro 8. Eixos Cognitivos da Matriz de Referência do ENEM _____	62
Quadro 9. Competências na Matriz de Redação do ENEM _____	62
Quadro 10. Competências na Matriz de Referência do PAS - UnB _____	62
Quadro 11. Exemplo de cronograma para acompanhamento de projetos de pesquisa para feira de ciências_____	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formalização dos conceitos das três dimensões de objetivos educacionais	44
Tabela 2. Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias _____	47
Tabela 3. Matriz de redação do ENEM _____	49
Tabela 4. Matriz de Objetos de Avaliação do PAS/UnB _____	52
Tabela 5. Matriz que envolva as duas dimensões cognitivas da Taxonomia de Bloom Revisada _____	55
Tabela 6. Grupos documentais tomados como ponto de partida para o estudo dos objetivos educacionais do ensino de ciências _____	56
Tabela 7. Exemplo da análise do sentido geral de uma competência do ENEM ____	57
Tabela 8. As quatro competências propostas englobam todas as competências dos documentos estudados _____	64
Tabela 9. Exemplo da análise do sentido geral de uma competência do ENEM ____	66
Tabela 10. MEI - Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação	68
Tabela 11. MEI - Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação	79
Tabela 12: Uso de verbos relacionados às competências e habilidades da MEI ____	82

## LISTA DE SIGLAS

<b>AC</b>	Alfabetização Científica;
<b>BLOOM</b>	Taxonomia de Bloom Revidada;
<b>DCNEM</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio;
<b>DEWEY</b>	Pedagogia de John Dewey;
<b>EF</b>	Ensino Fundamental;
<b>EM</b>	Ensino Médio;
<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio;
<b>Epl</b>	Ensino por Investigação;
<b>IES</b>	Instituições de Ensino Superior
<b>LDB</b>	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional;
<b>MEI</b>	Matriz de Objetivos Educacionais do Ensino por Investigação;
<b>PAS</b>	Programa de Avaliação Seriada;
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais;
<b>PCN+</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais Expandidos;
<b>SISU</b>	Sistema de Seleção Unificada
<b>UnB</b>	Universidade de Brasília;
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. A PEDAGOGIA DE JOHN DEWEY	17
3. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	27
4. SUPORTE LEGAL AO ENSINO POR COMPETÊNCIAS E HABILIDADES	35
4.1. A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL	36
4.2. OS PARÂMETROS E DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS	38
4.3. CONCEITUANDO COMPETÊNCIAS E HABILIDADES	42
4.4. O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO	45
4.5. OUTRAS MATRIZES DE OBJETIVOS EDUCACIONAIS	51
5. TRABALHANDO COM MATRIZES	56
6. AS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES NA LITERATURA	60
6.1. AS COMPETÊNCIAS	60
6.2. AS HABILIDADES	65
7. UMA MATRIZ PARA REPENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS	71
7.1. REFLETINDO SOBRE A DOCÊNCIA NA INVESTIGAÇÃO	72
7.2. PLANEJANDO E AVALIANDO INVESTIGAÇÕES	78
7.3. A COMPETÊNCIA C1: CONTEXTUALIZAÇÃO	84
7.4. A COMPETÊNCIA C2: INVESTIGAÇÃO	90
7.5. A COMPETÊNCIA C3: PROPOSIÇÃO	99
7.6. A COMPETÊNCIA C4: COMUNICAÇÃO	104
7.7. APROVEITANDO AS FEIRAS DE CIÊNCIAS	107
8. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
9. BIBLIOGRAFIA	114
10. APÊNDICES	124
APÊNDICE 1. PROPOSIÇÃO – GUIA DIDÁTICO PARA A MEI	12422
APÊNDICE 2. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS – DIÁRIO DE BORDO	124
APÊNDICE 3. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS – PRÉ-PROJETO	124
APÊNDICE 4. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS – PROJETO FINAL	12455
APÊNDICE 5. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS – PÔSTER	124

## 1. INTRODUÇÃO

Como biólogo e professor de ensino médio das redes particular e pública desde 2012, notei o grande distanciamento entre os pressupostos teóricos educacionais estudados na licenciatura e as práticas pedagógicas efetivamente desenvolvidas nas salas de aula de Brasília. Apesar de diversos pesquisadores e educadores defenderem o ensino de ciências como uma ferramenta para interpretar e interagir com o mundo natural, o trabalho desenvolvido nessa etapa de escolarização não fornece subsídios para tal, pois possui apenas um foco: aprovação em vestibulares.

O ensino médio é permeado por uma perspectiva na qual há a necessidade da aprovação de adolescentes em exames vestibulares concorridos como único caminho para acessar universidades de renome e alcançar o sucesso profissional. Nesse cenário, o sucesso em exames se torna o principal objetivo educacional e, considerando o caráter conteudista dessas seleções, a escola se converte em uma instituição preparatória para a realização de provas objetivas e aprovação em seleções.

Nessas instituições, as equipes pedagógicas buscam contemplar todos os temas que podem ser mencionados em vestibulares e definem currículos tão inchados que normalmente não são concluídos pelos professores ao fim de cada ano letivo. Ao longo do ano, os assuntos das disciplinas são tratados como um fluxo intenso de conceitos pré-definidos, imutáveis e isolados da realidade. Em alguns casos, a cada aula um novo tema é abordado de forma tão ampla e aprofundada quanto se espera de um curso de graduação. Os alunos, passivos, assistem exposições teóricas durante horas, se esforçando para prestar atenção, anotar e memorizar aquele enorme volume de informações. Nem sempre são realizadas atividades de fixação e revisão dos temas, exceto nas vésperas das provas, quando o aluno deve tentar sozinho dar significado a todos aqueles conhecimentos fragmentados e pouco sedimentados. A maioria das avaliações focam na reprodução de conhecimentos definidos e o aprendizado do aluno acaba reduzido a sua capacidade de memorização.

Esse processo se repete diversas vezes ao longo do ano letivo, e à medida que os meses avançam, aumenta a pressão. Pressão por um compromisso com os estudos, pela aprovação na escola, pelo sucesso nos vestibulares, pela expectativa da família, pela definição de uma carreira, dentre tantas outras. Em especial, na rede particular, os professores também são muito pressionados. As equipes pedagógicas e diretivas impõem o cumprimento dos extensos currículos a qualquer custo e tomam o sucesso ou fracasso nas avaliações internas e vestibulares como resultado direto do trabalho do professor, sem refletir sobre a estrutura do sistema educacional ou as particularidades dos alunos. Nesse cenário, os alunos apenas decoram informações, os professores apenas recitam conceitos, as avaliações apenas verificam a memorização, os vestibulares se estruturam para excluir candidatos e, ao fim do processo, temos estudantes de biologia na graduação que não entendem nem mesmo os conceitos mais fundamentais da sua área.

Apesar de ter me adequado muito bem a essa realidade e desenvolvido um ritmo de aulas dinâmico, com estratégias descontraídas e uma boa resposta dos alunos, sempre refleti sobre o quanto daquelas informações realmente eram absorvidas. Quanto daquilo seria útil para a vida em sociedade dos alunos? Como aquelas informações ajudariam os alunos a solucionar seus problemas, elaborar propostas de ação e lidar com os desafios que teriam dali em diante? Pensando nas dificuldades dos alunos, que repentinamente saiam de um ambiente escolar de passividade para a graduação (onde deveriam ser autônomos, selecionar o que estudar, se organizar em grupos de trabalho, desenvolver projetos, aprender a estudar efetivamente e gerar resultados), eu me questionava o quanto do que ensinava realmente os ajudaria. Essas reflexões, contudo, sempre foram abafadas pela próxima pilha de provas a corrigir ou próximas avaliações a elaborar.

No entanto, havia uma perspectiva de mudança. Dois dos exames de seleção para universidades mais importantes no cenário educacional de Brasília, o Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília (UnB) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) trazem uma abordagem de objetivos educacionais que considera, além de conteúdos teóricos (os “objetos de conhecimento”), competências e habilidades. Além dessa noção de três dimensões de objetivos educacionais, há grande tendência à interdisciplinaridade e contextualização dos

assuntos curriculares, aspectos educacionais importantes em documentos educacionais oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)

Em minhas experiências, notei que a educação em Brasília caminhava no sentido da contextualização, tropeçava desajeitadamente na interdisciplinaridade e não tinha noção alguma do real sentido do que eram competências e habilidades. Muitas escolas trabalham com as obras sugeridas pelo PAS e exigem atividades e avaliações relacionadas, o que induz a uma contextualização e elementos de interdisciplinaridade. No entanto, a maioria das atividades pedagógicas, da maioria das instituições de ensino que conheci ou ouvi falar, ainda se foca em aspectos puramente teóricos. Ensinar o aluno a pensar e saber agir nunca pareceu receber atenção adequada.

Trabalhei com estudantes de diferentes contextos: todas as séries de ensino médio regular, cursinhos preparatórios para vestibulares, aulas de reforço, aulas de resolução de questões e atividades em projetos específicos. Refletindo sobre os alunos, notei que, independentemente da sua facilidade ou dificuldade com as ciências, em especial a biologia, eles apresentam muita dificuldade de relacionar os conhecimentos escolares com aspectos práticos da natureza. Interpretar fenômenos naturais, coletar dados, relacionar diferentes conhecimentos e formular propostas de intervenção na realidade em busca de um resultado são processos fundamentais das ciências, mas que a maioria dos alunos não sabem fazer ao final do ensino médio. Ou seja, eles recebem informações e conceitos em excesso, mas não sabem lidar com aquilo.

Atuando na rede pública de ensino do Distrito Federal é perceptível que, apesar de também contar com a visão limitada de objetivos educacionais, há uma outra forma de entender e trabalhar no ensino médio. Nesse cenário, o ensino ainda é voltado para o prosseguimento dos estudos, mas há um viés mais social. Na rede pública, em geral, os professores possuem grande autonomia para definir objetivos e estratégias pedagógicas, há a possibilidade de realizar atividades muito diversificadas, dentro e fora da escola e trabalhar com projetos que levem os alunos a desenvolverem outras formas de aprendizado.

Uma dessas estratégias é a realização de feiras de ciências, espaços onde os alunos devem explorar um tema de caráter científico, tecnológico ou ambiental

abordando suas características, problemas e potencialidades. Nesses momentos, os alunos têm a oportunidade de agir ativamente, conduzir seu próprio aprendizado, trabalhar com os processos e métodos científicos e compartilhar sua produção com a comunidade escolar. Seria o espaço ideal para trabalhar sobre o vizez das competências e habilidades das ciências, mas as atividades desenvolvidas nessas feiras normalmente são reproduções das práticas dos professores em sala de aula. As feiras de ciências são dominadas por exposições orais de informações reproduzidas da internet, sobre assuntos que os alunos não escolheram e com caráter apenas informativo. Atividades de orientação de projetos mostram que os estudantes têm grande dificuldade de propor temas, coletar dados de fontes diretas, interpretá-los, aprender com eles e propor soluções para problemas.

Por que espaços com tanto potencial não geram resultados adequados? Por que os alunos não conseguem romper com esse modelo de reprodução de conhecimentos e desenvolver algo novo? Os professores oferecem os subsídios necessários para os alunos desenvolverem pesquisas nos moldes científicos? Alunos e professores compreendem o papel da ciência na busca por explicações para os fenômenos naturais e seus métodos como ferramentas úteis no cotidiano? Seria possível fornecer a instrução necessária sobre competências e habilidades científicas para sanar essas dificuldades dos alunos de ensino médio?

Com esses questionamentos em mente, tive a oportunidade de propor e desenvolver, em 2015, um projeto interdisciplinar na forma de um curso de iniciação científica. Durante um ano trabalhei com aproximadamente 450 alunos da segunda série do ensino médio de uma escola da rede pública de Brasília, com o ensino das formas de pensar e agir das ciências. No projeto, os alunos participaram de aulas e atividades sobre aspectos da pesquisa científica, foram orientados a desenvolverem pesquisas nos moldes científicos de forma autônoma e apresentar suas investigações na feira de ciências da escola. As atividades, focadas no entendimento e uso de estratégias de pesquisa, foram elaboradas e revisadas ao longo do ano, frente às dificuldades encontradas. Após resistência e dificuldades, houve um período de adaptação e, rapidamente, resultados e respostas positivas dos estudantes começaram a surgir: mudança de visão quanto à utilidade prática das ciências, melhoria no planejamento de pesquisas investigativas, entendimento e uso de métodos de coleta de dados, noções de trabalho com variáveis, uso de vocabulário

técnico, propostas viáveis de intervenção na realidade, melhoria no trabalho em grupo, alunos mais ativos, participativos, organizados e comprometidos. A experiência reforçou as esperanças de sucesso de uma prática pedagógica diferente da tradicional, mais próxima da realidade e voltada para o saber fazer.

No mesmo período iniciei a Pós-Graduação em Ensino de Ciências na Universidade de Brasília e essas duas atividades tão diferentes da prática regular de ensino me levaram a refletir de forma profunda sobre as características do ensino médio brasileiro. Essas duas atribuições exigiram que eu me aproximasse novamente da literatura educacional, e graças a isso, eu compreendi que grande parte das minhas ideias sobre educação estavam relacionadas com a perspectiva do ensino por investigação. Aprofundando os estudos, fui capaz de aprimorar minha prática e garantir grande parte dos resultados positivos que alcancei. Após todas essas experiências, me volto para o ensino por investigação como uma ferramenta educacional com potencial para ser usada de forma prática para aprimorar o trabalho pedagógico de professores de ciências e seus alunos.

Para guiar a busca por tal ferramenta, é definida a seguinte pergunta de investigação: “Como construir um instrumento prático, baseado na perspectiva do ensino por investigação, que oriente o trabalho pedagógico de professores para desenvolver as competências e habilidades das ciências junto aos seus estudantes?”

Essa investigação se baseia em um objetivo principal: a construção de um instrumento que permita a professores de qualquer disciplina científica adequar suas práticas, aproximando-as do ensino por investigação e com isso desenvolvendo com seus alunos, além de conceitos, as competências e habilidades da prática científica.

Para alcançar tal meta, uma série de objetivos específicos foram definidos:

- Identificar as características essenciais do ensino por investigação;
- Determinar o significado das categorias de objetivos educacionais: competências e habilidades;
- Determinar a ferramenta adequada para orientar práticas pedagógicas ao trabalho com competências e habilidades;
- Identificar quais competências e habilidades são indicadas por diretrizes educacionais como objetivos das disciplinas de ciências;

- Definir um conjunto de competências e habilidades que seja específico das ciências, abrangente para se relacionar com qualquer disciplina científica e sucinto para viabilizar o trabalho pedagógico;
- Elaborar o instrumento pedagógico e propor diferentes estratégias para sua utilização em diversos contextos educacionais.

A presente dissertação se organiza de forma a tentar refletir a maneira como se deu a pesquisa: em diversos ciclos de identificação de uma situação-problema e busca pela sua solução. Ao longo de todo o processo, experiências vivenciadas suscitaram dúvidas, as dúvidas motivaram investigações e as reflexões sobre novas informações permitiram a proposição de soluções para as situações-problema. As reflexões sobre as experiências descritas neste capítulo lançaram diversos questionamentos que instigaram uma investigação, mas não permitiram, à princípio, uma noção clara dos caminhos que seriam percorridos. A cada capítulo uma nova investigação é feita. Ela surge da necessidade de responder uma pergunta pontual (como “o que é o ensino por investigação?”), mas a cada resposta (como “uma pedagogia que reflete as formas de pensar e agir dos cientistas”), novas perguntas surgem e motivam as próximas etapas (como “o que são ‘formas de pensar e agir?’” e “quais são as formas de pensar e agir dos cientistas?”)

Nenhuma das preocupações e reflexões apresentadas anteriormente são originais. A vasta literatura educacional explora há muitas décadas os problemas do ensino de ciências, suas consequências e possíveis alternativas. Diversas propostas educacionais, como a do Ensino por Investigação e a Perspectiva CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), consideram que um dos papéis do ensino de ciências é dotar os alunos das formas científicas de pensar e agir, já que elas são ferramentas para a solução de problemas e superação de obstáculos. Buscando compreender essa visão de ciência como ferramenta para a resolução de problemas e alcançar os objetivos propostos, os próximos capítulos se focam em diferentes aspectos.

Buscando compreender os pressupostos teóricos que discorrem sobre o papel do ensino de ciências, suas características e suas potencialidades, o capítulo 2 explora a pedagogia de John Dewey. Com sua abordagem social, democrática e investigativa, o filósofo possui grandes contribuições para a pedagogia em geral e para o ensino de ciências. A grande influência de Dewey para o ensino de ciências

por investigação nos leva, então, a explorar especificamente essa abordagem. No capítulo 3, autores tradicionais e contemporâneos são estudados a fim de definir do que se trata essa abordagem e quais são suas características essenciais.

Após identificar características fundamentais ao ensino de ciências, elencados pela literatura, o capítulo 4 se volta para a realidade brasileira, investigando os documentos norteadores da educação nacional, em busca do que eles defendem como objetivos da educação. A discussão identifica rapidamente a noção de múltiplas dimensões de objetivos educacionais: os objetos de conhecimento (conteúdos conceituais), as competências (conteúdos atitudinais) e as habilidades (conteúdos procedimentais). Em seguida são identificados os significados pedagógicos desses termos e investigadas situações onde eles são empregados como orientadores das práticas educacionais.

Após sedimentar a viabilidade de se trabalhar com competências e habilidades, se faz necessário identificar quais são as características atitudinais e processuais específicas do ensino de ciências. No capítulo 5 são definidos os critérios usados para realizar essa investigação, usando referenciais com grande respaldo pedagógico no cenário educacional brasileiro e empregando um esforço para definir exclusivamente suas competências e habilidades. Ao longo do texto se percebe que os objetivos educacionais da maioria das fontes estudadas trás de forma integrada os conceitos, atitudes e procedimentos. No entanto, para a produção de uma ferramenta que seja prática e útil para qualquer área das ciências, é necessário um esforço para desvincular as competências e habilidades dos assuntos das disciplinas curriculares.

A seguir, no capítulo 6, os objetivos educacionais das diversas fontes consideradas são organizados em uma matriz de competências e habilidades nova. A matriz proposta nesse trabalho e chamada de “MEI” – Matriz de Objetivos Educacionais do Ensino por Investigação – relaciona quatro grandes competências à dezesseis habilidades, de forma desvinculada de conteúdos. O capítulo explica e exemplifica o processo de construção, justificando as características da ferramenta.

De posse da MEI, o capítulo 7 explora seus usos e aplicações em diferentes processos educacionais, como no planejamento de atividades, elaboração de questões, orientação de trabalhos, acompanhamento de projetos de pesquisa, definição de critérios de avaliação e reflexão sobre a prática pedagógica. As

possibilidades apresentadas são uma amostra de como a matriz pode ser empregada, mas considerando que ela possa ser adaptada à diferentes disciplinas escolares e contextos educacionais, diversas propostas diferentes são possíveis.

O capítulo 8 elenca algumas considerações finais sobre a pesquisa e seus resultados. Em seguida, no apêndice 1, se encontra a proposição desta dissertação: um guia para apresentação e uso da MEI. O material foi organizado como uma série de orientações educacionais para professores de ciências, sobre as possibilidades e aplicações da MEI em propostas pedagógicas, estudos e pesquisas.

Os demais Apêndices, trazem guias para a produção de quatro materiais de planejamento, acompanhamento e avaliação de pesquisas. Esses materiais dão suporte à proposta de feira de ciências investigativa apresentada no final do capítulo 7 e foram elaborados para guiar estudantes no desenvolvimento de pesquisas com as características do ensino por investigação.

## 2. A PEDAGOGIA DE JOHN DEWEY

É perceptível que muitos estudantes da educação básica apresentam resultados ruins nas avaliações das disciplinas das ciências da natureza: física, química e biologia (MILLAR, 2003, MOURA, 2007). O baixo desempenho é um indicativo da grande dificuldade que esses alunos têm de compreender como a ciência funciona, o que as teorias e modelos científicos significam e como isso afeta seu cotidiano. Independente do grau de escolarização, muitos alunos entendem os avanços científicos e tecnológicos como fenômenos além do seu alcance, têm dificuldade para aplicar os conteúdos científicos em situações reais e não conseguem interpretar fenômenos ou propor soluções para problemas com base no que aprendem na escola (MOREIRA, 2005; MOURA, 2007; PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007). Frente a esses problemas, diversas pesquisas vêm sendo realizadas nas últimas décadas em busca de estratégias para superar as dificuldades na aprendizagem de ciências.

Millar (2003) defende que o ensino de ciências não vem sendo oferecido de forma adequada para o público que atende. Ele aponta para evidências de que a maioria dos estudantes de 15 e 16 anos assimila e compreende pouco o conhecimento científico, não é capaz de aplicar esse conhecimento científico em situações problemáticas simples e não têm uma base sólida dos princípios e conceito básicos em ciências. Para o autor, o ensino de ciências atual lida com um sistema inflexível no qual cada lição se baseia na anterior, em rápida sucessão, de forma que conceitos importantes se perdem em uma massa de detalhes descontextualizados. Esse ritmo de aprendizado acelerado, associado com ferramentas avaliativas falhas em detectar e sanar dificuldade de assimilação, promove uma falha de aprendizado que se acumula ao longo do processo. Com isso, temos um ensino de ciências que não estimula os alunos a percorrerem uma carreira científica, não fornece toda a base teórica necessária ao futuro cientista e está muito distante da realidade para auxiliar um cidadão a se aproveitar desses conhecimentos no seu cotidiano.

Partindo dessas críticas ao modelo de ensino, o autor reflete que a maioria dos alunos não se tornará cientista, não aprenderá boa parte dos conteúdos

estudados e, dos que aprender, usará muito pouco de forma efetiva na sua vida em sociedade. Considerando isso, ele instiga o leitor, questionando o porquê de ensinar ciências para todos os jovens, e também, o que ensinar? Analisando os principais argumentos pelo ensino compulsório de ciências, ele propõe um sistema de ensino que atenda desde os futuros cientistas aos futuros cidadãos leigos, um sistema baseado em apenas três princípios: I) identificar os conteúdos científicos mais fundamentais e garantir que eles sejam dominados; II) ensinar os métodos de investigação científica e fazer com que os alunos se apropriem deles para solucionar problemas e; III) ensinar ciências como um empreendimento histórico coletivo humano, sujeito a interesses, valores e influências (Millar, 2003).

Apesar da seleção dos temas abordados no ensino de ciências ser alvo de críticas, há um consenso quanto à importância de trabalhar conteúdos e conceitos acadêmicos na educação formal. Tal aprendizado seria importante na preparação do estudante para compreender e atuar na sociedade científica e tecnológica em que vive. Nesse âmbito, a maioria das críticas se volta para a forma como esses conteúdos são trabalhados, em muitos casos, transmitidos de forma autoritária, como conhecimentos prontos, imutáveis e incontestáveis. Os temas relativos às ciências são tratados de forma puramente conceitual, descontextualizados da realidade do aluno, que sem enxergar a utilidade ou as aplicações daqueles assuntos, não se interessa nem se mobiliza para se apropriar daquilo. Como efeito, temos alunos com dificuldade de aprendizagem que apresentam baixos desempenhos escolares (Moura, 2007).

De acordo com Moreira (2005), apesar dos discursos educacionais contemporâneos pregarem um certo conjunto de valores, as práticas ainda são, muitas vezes, as mesmas de mais de 50 anos atrás. Os currículos e práticas desenvolvidos nas escolas trabalham conceitos fora de foco, como os de verdade absoluta, certeza, isolamento de fatores, imutabilidade, causalidade simples, dualidades diretamente opostas e transmissão de conhecimentos. Em um cenário de acelerado avanço científico e tecnológico, com rápidas mudanças e constante surgimento de novos desafios, estes conceitos estão muito distantes do que as escolas deveriam ensinar. Se faz necessário repensar o ensino e focar em práticas que desenvolvam conceitos como os de relatividade, probabilidade, incerteza, funções, causalidade de múltiplos elementos, relações não-simétricas, graus de

diferença e incongruências. Atitudes capazes de formar cidadãos mais flexíveis, tolerantes, críticos e capazes de interpretar informações e lidar com desafios.

Como alternativas a esse modelo, estão métodos que levam os alunos a explorar fenômenos, interpretá-los a partir das suas experiências prévias e, só então, desenvolver os conceitos e teorias científicas que permitam interpretar aquilo e propor intervenções (SÁ Et al, 2007). Usando temas instigadores e partindo das experiências dos alunos conseguimos aproximá-los dos conteúdos abordados, provocando seu interesse, participação e ação. Para Moura (2007), esse caminho de ensinar a partir das experiências visa contornar o distanciamento entre escola e sociedade. É a partir do seu interesse que o educando muda sua postura e estabelece uma relação mais envolvida no processo de ensino-aprendizagem e na sua formação para a cidadania. Zômpero e Laburu (2011) defendem que os alunos precisam ser capazes de identificar problemas, raciocinar sobre como solucioná-lo e estudar de forma autônoma para a superação de desafios, em uma prática similar à científica. Nesse sentido um ensino que compreende estratégias para engajar os alunos na busca autônoma por conhecimentos tem grande potencial para capacitá-los para a atuação em sociedade.

Essas perspectivas de ensino possuem diversas similaridades com a pedagogia de John Dewey, que defende atividades de exploração de fenômenos contextualizados como forma de alcançar uma educação mais social e significativa. O filósofo e pedagogo americano John Dewey foi um crítico da educação do Século XX. Ele considerava o ensino muito focado na memorização de fatos e sem estímulo ao raciocínio e habilidades mentais (DEWEY, 1910). Ao longo de sua carreira ele se tornou um grande divulgador do ensino por investigação, defendendo sua inclusão no currículo de ciências desde as séries iniciais da Educação Básica. A proposta de ensinar por meio de investigações não era nova, já permeava as discussões pedagógicas desde a inclusão das ciências nos currículos educacionais.

Até o século XIX, os currículos da Educação Básica de países americanos e europeus eram focados no ensino de Matemática e Gramática, mas a partir dali começaram a receber atenção de pesquisadores que defendiam a inserção das Ciências como disciplinas escolares. Eles defendiam que a prática científica era dotada de formas de pensar e agir que não eram desenvolvidas em outras disciplinas. Como na prática científica, os alunos deveriam exercitar habilidades de observação,

aprender métodos experimentais e empregar o raciocínio lógico indutivo para formular conclusões, generalizações e previsões. Durante a inserção das Ciências nos currículos escolares muito se discutiu sobre que abordagens educacionais deveriam ser adotadas. Alguns pregavam a exploração do mundo natural e observações dos seus fenômenos na tentativa de elaborar previsões. Outros sugeriram o uso de laboratórios escolares como forma de viabilizar experimentos para obter dados confiáveis e confirmar princípios científicos. Um terceiro grupo defendia que os alunos deveriam investigar soluções para problemas utilizando métodos científicos, proposta que veio a ser conhecida como ensino por investigação (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Na perspectiva de Dewey, as vivências dos indivíduos geram conhecimentos que, através da comunicação, passam a integrar o conjunto de saberes e valores da sociedade à qual eles fazem parte. Assim, uma cultura se organiza pela acumulação das experiências dos seus membros e se mantém viva através da comunicação e da educação dos jovens. Em culturas mais primitivas grande parte da educação se dá de maneira informal, pela experimentação direta e comunicação casual, no entanto, à medida que uma cultura se torna mais complexa ela acumula tantos conhecimentos que se torna impossível transmiti-los por vivências. Nesses casos começam a ser criadas ferramentas para uma educação formal como símbolos, ambientes, materiais e pessoas encarregadas de educar de forma intencional e direcionada. Quando isso ocorre, inevitavelmente, as vivências educacionais começam a se afastar das vivências reais, em sociedade, e assim começam os problemas da educação (DEWEY, 1959).

Dewey defendia que educação deveria buscar o equilíbrio entre o formal e o informal, o casual e o intencional, as experiências e os ensinamentos, pois para ele a educação e a vida são indivisíveis. A partir de estudos da Psicologia e da Biologia, o pedagogo aponta a influência ambiental na formação dos indivíduos, afirmando que o meio onde vivemos molda um sistema de comportamentos que definem nosso caráter, como pensamos e como agimos. Se o ensino formal tenta definir comportamentos contrários aos formados pelo ambiente, podemos esperar um fenômeno similar a um treinamento, onde o indivíduo se comporta adequadamente nos espaços formais, mas volta aos seus valores de criação quando sai deles. Nesse sentido, para controlar a educação precisamos controlar o meio onde o indivíduo se

desenvolve e educar através desse ambiente desde cedo (PEREIRA et al, 2009). A escola ideal para Dewey é um ambiente formal moldado para influenciar as disposições mentais e morais dos seus membros, controlando influências negativas e estimulando influências positivas. Nesse local os alunos devem entrar em contato com novos indivíduos, de outras realidades e podem estabelecer novas relações. Se aproveitando da imaturidade e adaptabilidade dos jovens que ingressam desde cedo, novas experiências podem ser fornecidas e, ao se adaptarem a elas, esses jovens adquirem hábitos que permitem se ajustar ao seu ambiente (DEWEY, 1959).

Outro aspecto da sua teoria foi a valorização da capacidade dos alunos de raciocinar para se ajustar a novas situações. Não existindo um modelo educacional que atenda idealmente alunos com realidades e objetivos muito diferentes, podemos deixar a cargo deles garantir suas próprias aprendizagens. Vivenciando novas situações, se comunicando, discutindo e chegando a consensos os jovens podem compreender seu ambiente, superar desafios e compartilhar suas experiências. Para que isso ocorra, a escola deve ser um ambiente democrático de intercâmbio de pensamento, que proporcione práticas conjuntas, situações de cooperação e oportunidade para a ação e crescimento coletivo. O papel dessa instituição é reproduzir a comunidade em miniatura, apresentar o mundo de um modo simplificado e organizado e, aos poucos, conduzir os jovens à compreensão de aspectos mais complexos (RAMALHO, 2011).

Dewey buscou orientar o trabalho das escolas por meio de uma teoria coerente sobre o caráter da experimentação. Considerando a educação e a vida como um único processo, não faz sentido educar se não para lidar com as situações práticas do cotidiano. A escola tem a responsabilidade de propiciar constantemente condições para que o aluno viva e reflita sobre experiência, por meio das quais possa se tornar mais hábil em resolver seus problemas e com isso, assegurar que as novas gerações possam responder aos desafios da sociedade. Educar, portanto, é mais do que reproduzir conhecimentos. É incentivar o desejo de desenvolvimento contínuo, preparar pessoas para transformar algo. Em outras palavras, o objetivo da escola deveria ser ensinar a criança a viver no mundo, aprendizado que poderia ser efetivado colocando os alunos diante de problemas reais. No entanto, para alcançar esse objetivo as instituições de ensino deveriam abandonar os modelos tradicionais e reformular as antigas ideias. Dewey buscava mostrar que com os avanços científicos,

precisamos pensar em uma sociedade projetada para o futuro: racional, aberta, democrática, imparcial, não dominada por ideologias (RAMALHO, 2011; SANTOS, 2013).

Enquanto o ensino de ciências na maioria dos modelos de ensino é desenvolvido de forma retrospectiva, buscando compreender como a humanidade chegou até os conhecimentos e modelos atuais, Dewey propõe que o enfoque ideal seria a aquisição de ferramentas para solução de problemas do presente. Ele não nega a importância do aprendizado de história da Ciência, mas critica seu enfoque puramente histórico, que desconsidera as aprendizagens adquiridas ao longo do processo e foca apenas nos produtos finais. A educação, que é um processo coletivo e socialmente construído, deve fornecer conhecimentos de como a sociedade funciona, como conduzi-la e como influenciá-la sem induzir à desordem. Para tal, o aluno deve ser motivado a reconhecer aspectos do seu cotidiano que lhe interessem e ser orientado a atuar sobre esses aspectos (DEWEY, 1959).

Sua perspectiva defendia que o foco da prática educacional deveria ser o educando, o desenvolvimento da sua autonomia e da sua capacidade de solucionar problemas. Para isso, o ensino deveria se pautar na investigação de questões propostas pelos próprios alunos, considerando que seu interesse garantiria seu envolvimento (BARROW, 2006).

Nessa metodologia de ensino o aluno se torna mais ativo, buscando solucionar problemas do seu ambiente. O professor também deve mudar sua prática, apresentando os conteúdos escolares na forma de questões ou problemas e jamais dando de antemão definições, conceitos ou soluções prontas. Ele deve iniciar as práticas pedagógicas com atividades que façam o aluno raciocinar, revisar seus conhecimentos prévios e elaborar seus próprios conceitos. Depois desse esforço mental do aluno, o professor o leva a interagir com o conhecimento sistematizado em busca de um aprendizado. Partindo das suas vivências prévias, se comunicando e experimentando, o estudante desenvolve processos psicológicos importantes que são característicos da própria natureza do raciocínio humano. Ele identifica uma dificuldade ou problema, reorganiza conhecimentos prévios, elabora uma possível solução, testa a solução, analisa os resultados desse teste e gera novos conhecimentos e práticas. Esses processos desenvolvem, no aluno, a capacidade de

assumir responsabilidade por sua formação e o conduz à sua autonomia educacional (DEWEY, 1933; RAMALHO, 2011).

Mudar para tal visão de educação carrega diversos desafios e exigem mudanças na forma de pensar e agir, principalmente por parte dos professores. Dewey vê a participação ativa do aluno como um aspecto fundamental no processo de ensino-aprendizagem, enquanto o professor deve abandonar o papel central e atuar como suporte ao aluno. O professor deve atuar de forma provocadora, propondo problemas ou situações que gerem dúvidas e despertem o interesse dos alunos. Estimulados e com liberdade, os alunos podem atuar de forma ativa, respondendo aos estímulos e desenvolvendo novas formas de pensar e agir. Nesse processo o educador se comporta também como guia, conduzindo os alunos através das dificuldades, e quando necessário, se colocar como um igual dos alunos, reunindo a classe em uma unidade social, com a troca de ideias, experiências e informações entre seus membros. Essa prática frequentemente coloca o professor em situações novas e desconhecidas, exigindo que professores e alunos atuem juntos no processo de investigação e construção do conhecimento. Claramente, alcançar esse ideal de atuação problematizadora exige muito do professor, que constantemente deve pesquisar e preparar aulas, refletir sobre as práticas empregadas, avaliar e acompanhar as atividades e efetivamente colaborar com o aprendizado do estudante (DRIVER et al, 1999; SANTOS, 2013).

Para alcançar a participação do aluno, o professor deve gerar situações instigantes, se valendo de experiências concretas e problematizadoras que possibilitem investigações e propostas de soluções criativas. E a principal forma de criar essas situações é deixar a cargo dos próprios alunos a proposição dos temas de estudo. Ao selecionar os assuntos de investigação, os alunos partem do seu interesse e buscam lidar com problemas que realmente os afetam e para os quais ele realmente vêem benefícios em solucionar. Aproveitando essa motivação, o educador deve continuar estimulando o educando, fazendo-o se envolver nas demais etapas da pesquisa: questionando, formulando perguntas, hipóteses, propondo testes e coletas de dados nas mais variadas fontes, aprendendo e se expressando. Estudantes realmente envolvidos em uma investigação acabam abordando o tema com liberdade, explorando-o em todas as suas dimensões e associando novas descobertas com sua vida pessoal. Nesse processo ele desconstrói as noções de fragmentação dos

conteúdos e isolamento entre as disciplinas, passando a atuar de forma realmente interdisciplinar (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011)

Sendo a educação fruto da experimentação e reflexão, ela deve seguir alguns pontos essenciais: que o aluno esteja numa verdadeira situação de experimentação, que a atividade o interesse, que haja um problema a resolver, que ele possua os conhecimentos para agir diante da situação e que tenha a chance de testar suas ideias. A partir desse conjunto de pressupostos, o autor sugere uma prática educacional baseada nas etapas do método científico que conta com as seguintes características: 1. O ensino é baseado em atividades práticas de pesquisa; 2. O estudante deve analisar situações, reconhecer dificuldades e formular um problema; 3. Ele deve buscar dados e evidências sobre a situação; 4. Deve elaborar uma hipótese de solução ou explicação para o problema e; 5. Deve testar sua hipótese, por meio da experimentação, buscando concluir se ela é válida frente àquele problema (MOURA, 2007, ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Com isso entramos em outra base teórica importante da pedagogia de John Dewey, a valorização à experimentação, sem a qual, não há a aprendizagem significativa. Para o autor a educação representa o processo de reconstrução e reorganização da experiência humana, que não deve buscar o acúmulo de conhecimentos, mas o desenvolvimento de habilidades e competências para lidar com diferentes situações. Além de compreender que as condições do meio influenciam o aprendizado do aluno, o professor deve reconhecer que situações concretas produzem experiências que levam ao aprendizado e aquisição de conhecimentos (PEREIRA et al, 2009).

Para Dewey (1978), experiência envolve um elemento ativo (experimentar, testar, medir) e um elemento passivo (perceber, sentir, conhecer), ação e consequência, que ocorrem naturalmente na interação entre o homem e o ambiente. Ao longo do tempo as experiências são alvo de reflexão, passam a fazer sentido e são efetivamente compreendidas. Quando isso acontece, a pessoa que vivenciou a experiência agrega novas formas de pensar e, em situações futuras, pode agir de forma a alcançar melhores resultados. A experiência gera valores e percepções que levam a avanços cognitivos. Assim, prática e não só teoria constrói o intelecto. Sem ação e experimentação muitos estímulos são menosprezados e perdidos e muitas

relações que poderiam facilitar da aprendizagem não são estabelecidas. O pensamento inclui encontrar um problema a ser resolvido, projetar consequências, verificar resultados pela ação, comparar resultados com nossas projeções e avaliar sua validade, um processo similar ao científico (DEWEY, 1959).

Modelos de ensino exitosos estão associados a práticas com efeito fora da escola, no cotidiano, usando experiências como forma de arranque do pensamento, em contraste ao sistema onde os problemas são fornecidos pela escola, não sendo problemas reais dos alunos e não os motivando a solucioná-los (DEWEY, 1959). Assim os alunos aprendem melhor realizando tarefas associadas aos conteúdos ensinados, por exemplo, quando envolvidos em atividades manuais e criativas eles são estimulados a experimentar e pensar por si mesmos. Esse modelo de ensino é altamente democrático, pois envolve a participação ativa de todos os indivíduos, o que os leva ao contato social, a discussão, a troca de experiências e a definição em conjunto do destino do grupo e das suas atividades. Dewey defendia a democracia não só no campo institucional, mas também no interior das escolas (RAMALHO, 2011).

Críticos às propostas de Dewey usam interpretações das suas obras para indicar que o autor tratava os conteúdos escolares com descaso, o que não corresponde à visão do autor. Sua pedagogia nutre uma grande valorização das matérias escolares, porém critica fortemente a abordagem com que são trabalhadas. Todas as disciplinas escolares, inclusive as ciências, deveriam partir da experiência dos alunos, da vida comum, e então avançar progressivamente para níveis mais profundos, detalhados e completos, gradualmente se aproximando das matérias como são trabalhadas pelos professores e cientistas (SANTOS, 2013).

Dewey (1959, 1978) defende que alunos envolvidos em investigações lidam com oportunidades para resolução de problemas onde revisam os conhecimentos que possuem, buscam novas informações, interagem com os novos conhecimentos e estruturam seu acervo de conceitos criando novos significados e experiências. Processos educacionais focados na busca coletiva por objetivos que despertam o interesse dos estudantes, permitem o desenvolvimento de múltiplas formas de pensar, de se comunicar e de agir. Assim, de forma ativa e colaborativa, os

educandos podem desenvolver uma aprendizagem mais significativa, tanto em relação aos conhecimentos quanto à novas atitudes e procedimentos.

As ideias de Dewey motivaram uma grande valorização ao ensino dos processos investigativos científicos, no entanto muitas concepções errôneas começaram a se desenvolver em roteiros de atividades escolares, em materiais didáticos e na mentalidade de professores. O processo de investigação que normalmente é trabalhado nas escolas atualmente responde pelo nome de “método científico”, e é idealizado como uma receita, uma sucessão linear de passos definidos que, se seguidos adequadamente, garantem resultados e o conhecimento científico ao final. Visão muito diferente do ideal da pedagogia de John Dewey, onde a investigação escolar, assim como a científica, não possui regras ou receitas, é afetada por concepções prévias e interesses, pode seguir por caminhos diversos e não possui garantia de resultados. Para Moreira e Ostermann (1993), além disso, outras concepções errôneas bem estabelecidas são o padrão de lógica indutiva, o avanço científico como fenômeno linear e cumulativo e a noção de imutabilidade e certeza do conhecimento científico. Em contraste, a ciência é um fenômeno que não segue padrões lógicos, é mutável, possui falhas, se contradiz, e está sujeito a influências diversas.

Com base nessas leituras este autor acredita que uma abordagem investigativa para o ensino possui um grande valor social, pois muito além de conteúdos específicos, busca promover a autonomia do educando por meio da aquisição de atitudes mentais e da apropriação de métodos e procedimentos, características referidas no contexto educacional como “competências” e “habilidades”. Dominar as competências e habilidades relacionadas à pesquisa e aprendizagem podem dotar estudantes de mais acesso à informação, mais criticidade quanto ao que vivenciam, melhor compreensão dos avanços científicos e tecnológicos e mais facilidade para solucionar problemas, independente da carreira que sigam.

### 3. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino por investigação busca conduzir o estudante a um desenvolvimento contínuo de sua aprendizagem, analisando seu contexto social, político, econômico e cultural, para compreender o mundo e agir nele de forma crítica. Trata-se de um método vinculado ao contexto social, político, econômico e cultural do educando, que pode passar a compreender seu ambiente e atuar sobre ele de forma mais significativa e consciente. Nesse contexto, o aluno tem um papel ativo em todas as etapas, desde a seleção do tema, passando pela proposta de abordagem, análise das informações e formulação de conclusões, até a comunicação das suas aprendizagens. Nesse processo, não há barreiras à investigação e não há fragmentação dos conhecimentos, os estudantes podem abordar os temas por todas as suas perspectivas e considerar seus desdobramentos e influências em qualquer área do conhecimento humano (MOURA, 2007).

Essa é uma abordagem educacional onde o aluno deve solucionar problemas desenvolvendo alguns procedimentos característicos do processo de investigação científica (RODRIGUES e BORGES, 2008). Entende-se que ao conduzir uma investigação, os alunos desenvolvem tanto aprendizagens processuais – relacionadas a observação, inferências e experimentação – quanto novos conhecimentos – revisando suas concepções prévias, relacionando-as com novas informações e estabelecendo novos modelos mentais (NSES, 1996 apud SÁ et al, 2007).

Essa abordagem educacional se originou da pedagogia do americano John Dewey, no início do século XX, com uma visão social de ensino onde o aluno deveria atuar no seu aprendizado investigando temas do seu interesse em uma atividade similar ao método científico. Desde então começa a surgir uma mudança de mentalidade educacional nos Estados Unidos, levando a novas formas de pensar e praticar o ensino de ciências. Um modelo educacional voltado para a compreensão e atuação na vida em sociedade. No entanto, nos anos 1950 com o lançamento do satélite Sputnik e as corridas militares e tecnológicas da Guerra Fria, uma grande demanda por cientistas e mão de obra especializada levou a uma onda de críticas ao

modelo de ensino proposto por Dewey. Na época o aspecto social da pedagogia investigativa foi deixado de lado, apesar do seu aspecto de valorização de habilidades relacionadas às carreiras científicas como observar, classificar, inferir, controlar variáveis, etc não terem sido abandonadas (BARROW, 2006).

Nos anos 1980 propostas curriculares nos Estados Unidos e na Inglaterra voltam a orientar no sentido do desenvolvimento de atividades investigativas os currículos de ciências, com menção ao termo “ensino por investigação”, mas sem definições operacionais de como conduzi-lo. Atualmente o ensino por investigação já está bem estabelecido nos Estados Unidos por meio dos seus documentos educacionais oficiais, os Padrões Nacionais para a Educação em Ciências (NSES - National Science Education Standards, 1996) e o Projeto 2061 (American Association for the Advancement of Science - AAAS, 1993) (SÁ et al, 2007 e 2011).

Essa perspectiva que chega ao Brasil com o nome de Escola Nova, principalmente pelas mãos de Anísio Teixeira, influencia as reformas curriculares que se iniciam na década de 1950 e culminam com a publicação da primeira LDB em 1960. Nesse cenário, assim como em outros momentos históricos, as concepções de Ciências, de pesquisas e de ensino são revisitadas e surgem discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade, meio ambiente e a própria natureza da Ciência (ANDRADE, 2011). Essas idéias continuam influenciando pesquisadores e legisladores ao longo das décadas seguintes, o que pode ser notado nos documentos norteadores da educação brasileira.

Autores que se propõem a fazer revisões bibliográficas sobre o ensino por investigação concordam que não existe consenso sobre a terminologia empregada entre os pesquisadores da educação. Na literatura encontram-se diferentes conceituações como inquiry, pedagogia de projetos, atividades investigativas, ensino por descoberta, resolução de problemas, dentre outras (LAUGKSCH, 2000; BARROW, 2006; ZÔMPERO E LABURÚ, 2011). Em inglês, o termo inquiry, significa ação de busca pela verdade, por informação ou conhecimento; investigação; pesquisa; ou uma pergunta ou consulta. O termo se origina do verbo inquire, que significa perguntar, investigar, procurar, buscar informação ou pergunta (BARROW, 2006).

Até mesmo quanto à abordagem, não há consenso sobre os métodos e enfoques do ensino por investigação. As propostas presentes na literatura mostram que essa abordagem é extremamente flexível, permitindo adaptações em praticamente todas as suas etapas, de acordo com os envolvidos, suas experiências e interesses. Mesmo com roteiros estruturados para orientar professores, atividades de ensino por investigação podem ser desenvolvidas de maneiras muito diferentes, de acordo com os grupos de alunos e professores envolvidos. Em estudo sobre como dois professores desenvolveram uma atividade investigativa, percebe-se que em resposta a obstáculos encontrados, cada professor pode conduzir as práticas de uma maneira distinta. Diferentes grupos de alunos podem reagir de formas particulares a uma proposta de investigação. Seu nível de ensino, suas experiências prévias e propostas de solução podem exigir respostas do professor que não foram previstas nos roteiros de atividades. Nessas situações cada professor deve atuar de maneira autônoma, partindo das suas concepções sobre experimentação e considerando a realidade dos seus alunos (GOUW, FRANZOLIN e FEJES, 2013).

Ao investigarem as similaridades entre as pedagogias do ensino por investigação e a de Paulo Freire, Solino e Gehlen (2014), apontam para diversas similaridades. Na pedagogia freireana uma prática de construção de conhecimentos é a dinâmica dos três momentos pedagógicos: problematização inicial, onde um problema motivador é identificado estimulando à pesquisa; organização do conhecimento, onde conhecimentos prévios e formais são articulados buscando solucionar o problema; e aplicação do conhecimento, quando o problema inicial é retomado e novos problemas são explorados para verificar a apropriação dos conceitos pelos alunos e sua capacidade de aplicá-los a novas situações. Essa abordagem é considerada muito próxima do ensino por investigação, por apresentar etapas equivalentes aos momentos de identificação de uma pergunta, formulação de hipótese e teste da sua validade. Adicionalmente, as concepções do educando e da sua educação como sendo uma unidade, a problematização como gatilho da motivação pela busca por respostas e o papel da contextualização dos temas com a vida, são outros elementos comuns às duas visões educacionais. Os autores ainda afirmam que o ensino por investigação tem potencial para desenvolver a Alfabetização Científica dos indivíduos, aproximando-os da sua realidade e oferecendo ferramentas para atuar sobre ela.

Em sua dissertação, Moura (2007) discorre sobre como instituições de ensino usam o do ensino por investigação de forma incompleta. Para ele um projeto de pesquisa possui três etapas: a seleção do tema, que deveria contar com a participação do aluno; o trabalho prático, que o aluno deve desenvolver, mas que acaba por apenas reproduzir conhecimentos e; a culminância e apresentação, que muitas vezes é avaliado de forma a não representar o real desenvolvimento do aluno. Muitos projetos temáticos são propostos a partir das demandas da equipe de professores e coordenadores, sem a participação dos alunos no planejamento. Essas práticas não passam de reestruturações das mesmas concepções educacionais, constantemente criticadas, mas que se perpetuam sob essas diferentes roupagens. Não dando liberdade para que os estudantes selecionem seus temas de interesse, não há envolvimento verdadeiro deles e não há ensino por investigação. Para o autor, o verdadeiro processo investigativo deve “despertar o pensar e o agir para uma educação democrática e (...) não se estrutura sem o cumprimento de todas as suas fases e sem a ação participativa dos verdadeiros interessados (os alunos)” (p. 53).

Sá et al (2007) defendem que em uma atividade de investigação os estudantes são colocados em situações onde devem ir além de lembrar e reproduzir conhecimentos, eles devem definir um problema, convertendo-o em um problema que possa ser investigado. Os alunos devem planejar suas ações; definir procedimentos e equipamentos que usarão em sua coleta de dados (um experimento ou uma observação controlada); registrar dados de forma adequada (como tabelas e gráficos); interpretar seus resultados; formular conclusões e avaliar se a investigação forneceu respostas ao problema ou à sua compreensão. Ao longo desse processo devem ocorrer ciclos de reflexão sobre a etapa finalizada, revisão e novo planejamento das etapas seguintes, pois a cada momento informações obtidas podem definir novos rumos para a pesquisa.

Chin e Kayalvizhi (2002) indicam que deixar os alunos elaborarem suas próprias perguntas permite que eles partam dos seus conhecimentos e valores na elaboração de um problema que eles vejam significado em solucionar. Dependendo da realidade educacional, esses alunos poderiam ainda lidar com a elaboração de hipóteses e planejamento estratégico da coleta de dados para solucionar o problema. Nessa abordagem os alunos são levados a participar ativamente em todas as etapas do processo, o que estimula o desenvolvimento de suas habilidades de raciocínio,

pensamento estratégico, resolução de problemas e trabalho em equipe. No entanto um aspecto fundamental de um questionamento é o potencial de conduzir o aluno a uma investigação nos moldes científicos. Porém nem todas as questões elaboradas por alunos são expressas de forma a permitir manipulação de variáveis, teste empírico de hipóteses ou coleta de dados originais. Em estudo sobre perguntas elaboradas por alunos para investigações abertas, Chin e Kayalvizhi (2002) caracterizam as perguntas em investigáveis e não-investigáveis quanto a possibilidade de conduzir a uma investigação prática. Uma pergunta investigável permite ao aluno gerar e coletar dados originais, analisar e interpretar seus resultados e, finalmente, elaborar uma conclusão que responda à pergunta com base em evidências de primeira mão. Perguntas não-investigáveis seriam aquelas que não envolvem a manipulação de instrumentos ou materiais concretos e são possíveis de serem respondidas simplesmente perguntando para alguém, lendo um livro ou qualquer fonte secundária, como sites na internet.

Chin e Osborne (2008) defendem a elaboração de perguntas como etapa fundamental do processo investigativo, a base sobre a qual os procedimentos e habilidades do pensamento científico serão estruturados em busca de um objetivo. A formulação de perguntas pelos alunos constitui o primeiro passo na busca por sanar suas lacunas de conhecimento e resolver problemas. Ao fazê-lo, eles revisam seus conhecimentos atuais, estabelecem relações entre eles, expressam seus pensamentos em sentenças estruturadas e podem ser tornar conscientes daquilo que eles sabem ou não. Fazer uma boa pergunta é um ato criativo que relaciona conhecimentos sedimentados, raciocínio e habilidades de comunicação. Elaborar boas perguntas não é tarefa trivial, uma pessoa precisa entender suficientemente bem um tema para descobrir o que ela não entende sobre o tema. Assim, a qualidade dos questionamentos e a capacidade de expressá-los melhora à medida que a pessoa se desenvolve cognitivamente e conceitualmente, de forma que perguntas elaboradas por alunos podem estar carregadas de elementos indicadores do seu nível de desenvolvimento intelectual e cognitivo. Professores de Ciências poderiam se aproveitar desses questionamentos para diagnosticar o entendimento dos alunos, avaliar seu desenvolvimento, estimular processos investigativos ou promover práticas de reflexão crítica.

Buscando minimizar as confusões geradas pelas múltiplas interpretações das práticas que estariam inseridas no ensino por investigação, o Conselho Nacional de Pesquisa (National Research Council – NRC, 2000) lança um documento oficial nos Estados Unidos definindo as principais características da abordagem. Independente do nível de ensino, atividades de Inquiry devem contar com: engajamento dos estudantes numa questão orientada cientificamente; coleta de evidências pelo estudante para responder à questão; elaboração de explicações com base nas evidências coletadas; avaliação das suas explicações com base em conhecimentos científicos e; comunicação e justificativa das suas explicações. Essas características introduzem os estudantes a diversos aspectos importantes da ciência enquanto os ajuda a desenvolver um entendimento mais claro e profundo dos conceitos e processos científicos. Nesse contexto os educadores devem usar uma variedade de métodos para assegurar que os educandos compreendam melhor os métodos investigativos científicos, os conceitos científicos e desenvolvam habilidades cognitivas relacionadas com a investigação.

Ao refletir sobre o ensino de ciências no Reino Unido, Millar (2003) tece críticas muito pertinentes sobre diversos elementos do modelo de ensino por investigação. Para ele:

A idéia de que a metodologia científica é para começar com observações imparciais para, em tese, procurar padrões, e então formular hipóteses a partir das quais previsões específicas possam ser feitas e testadas experimentalmente, é uma caricatura de como os cientistas trabalham; e, na mão dos alunos, não leva a conhecimento científico ou compreensão da ciência. As crianças chegam ao estudo formal de ciências, aos 5 anos, já capazes de observar, classificar, supor, prever, comparar “com imparcialidade”, e assim por diante, com altos níveis de habilidades em contextos onde visualizem um propósito para empenharem-se. Não há necessidade de gastar tempo de aulas desenvolvendo essas “habilidades” (MILLAR, 2003, p.86).

O autor considera que a ênfase no ensino do método científico é desnecessária, primeiro porque não é possível definir um método científico, já que cada pesquisador pode usar procedimentos e abordagens diferentes. E em segundo lugar, a abordagem científica não é necessária para lidar com a maioria das situações do dia-a-dia e tomar decisões a respeito delas, e mesmo que fosse empregada, não é certo que ela representaria melhoras significativas nas atitudes tomadas.

Considerando que ensinar os procedimentos científicos para os jovens seja importante, devemos pensar sobre qual objetivo educacional buscamos alcançar. Se esse aprendizado busca dotar os jovens de ferramentas de coletas de dados, para que possam fundamentar seu raciocínio, devemos nos aprofundar na ideia de observação crítica da realidade. Nesse caso precisamos trabalhar as noções de mensuração, de controle da coleta de dados, de qualidade das evidências, de uso de modelos que consideram interações entre variáveis e de raciocínio lógico. Essas atitudes da mente são usadas nos processos investigativos científicos, mas não são exclusivas deles, podendo ser trabalhadas em diferentes contextos (MILLAR, 2003).

Por outro lado, se o objetivo do ensino dos procedimentos científicos for ensinar sobre como a ciência compreende, explica e prevê fenômenos naturais, devemos aceitar que as teorias são fenômenos criativos. Apesar de serem baseadas em fatos, teorias e modelos científicos não são releituras desses fatos. Eles buscam explicar os fenômenos por meio de especulações, e aproximações, dependem da criatividade do seu proponente e estão sujeitas ao erro e refutação. No ensino, devemos dissociar a teoria dos dados e dotar os estudantes da capacidade de compreender a ciência como um processo humano, incerto e sujeito a mudanças por influências históricas, sociais e pessoais (MILLAR, 2003).

Para Millar (2003), os currículos de ciências precisam abrir mão da visão de um método infalível e se voltar mais para as ideias de incerteza, testes por tentativa e erro e procedimentos de validação de informações. Atividades com diferentes níveis de complexidade podem ser realizadas e os estudantes podem exercitar suas habilidades de persuasão com base em evidências, apresentando seus argumentos para outros.

Zômpero e Laburu (2011) afirmam que, apesar dessas diferentes abordagens metodológicas, existem pontos de convergência pautados no processo de investigação científica que são característicos do ensino por investigação. A forma como o professor motiva e conduz seus alunos através desses elementos pode ser altamente variável e se adequar a diferentes situações educacionais, mas normalmente temos um processo focado tanto em conhecimentos quanto habilidades e construído de forma interdisciplinar. De acordo com os autores, podem ser listadas quatro características do ensino por investigação:

1) o engajamento dos alunos na execução das atividades e resolução de problemas;

2) a articulação de conhecimentos prévios na elaboração de hipóteses, explicações ou propostas;

3) a coleta de dados, relacionada a experimentos ou pesquisas, em busca de informações sobre o fenômeno ou sua solução;

4) a comunicação dos resultados e descobertas no sentido de compartilhar o conhecimento com seus pares, e contribuir para o conhecimento coletivo.

Concordando com esses autores e sua visão sobre o ensino por investigação, as quatro características listadas serão consideradas, neste trabalho, como os elementos fundamentais dessa perspectiva pedagógica.

#### 4. SUPORTE LEGAL AO ENSINO POR COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

A literatura especializada em ensino de ciências, como a apresentada no capítulo anterior, valoriza práticas que partem de temas do cotidiano para envolver os estudantes em investigações e desenvolver sua autonomia. Apesar disso, quando observamos as atividades desenvolvidas nas salas de aula da educação básica, normalmente encontramos realidades muito diferentes. Atuando nos sistemas de ensino público e privado é fácil notar que as práticas educacionais predominantes ainda são focadas em um professor transmissor de conhecimentos imutáveis para alunos passivos.

Esse contraste entre a literatura e a realidade é tão intenso que iniciativas pedagógicas voltadas para a autonomia dos estudantes podem ser encaradas com estranheza. Há uma visão, culturalmente aceita, de que o principal papel do Ensino Médio é o de preparar os estudantes para ingressar no Ensino Superior. Essa visão da Educação Básica é tão difundida que intriga quanto à sua fundamentação. Qual o respaldo para essa tendência preparatória? Os documentos norteadores da educação respaldam essa mentalidade? Ou é a abordagem empregada pelos exames de acesso às universidades que valoriza esse foco na acumulação e reprodução de conhecimentos?

Buscando compreender as bases legais que estruturam e norteiam a educação nacional foram estudados a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNEM) para o Ensino Médio. Posteriormente, foram analisados os princípios pedagógicos do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o maior meio de acesso às Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil. Ao longo desses estudos notou-se uma recorrência de conceitos como os de competências e habilidades, de forma que o significado desses termos foi investigado. Finalmente, outras matrizes de objetivos educacionais foram analisadas em busca de pontos em comum e algo que pudesse instrumentalizar uma nova proposta, relacionado ao ensino por investigação.

#### **4.1. A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL**

Ao estudar sobre os princípios educacionais no Brasil, não podemos deixar de considerar a LDB como ponto de partida. Promulgada em 1961, a Lei nº 4.024 acompanhou um movimento de renovação do ensino nacional, que era dominado por um modelo educacional que aqui denominaremos de “tradicional”. Esse modelo pode ser caracterizado por se focar na transmissão unidirecional de conhecimentos definidos e imutáveis, que devem ser absorvidos sem questionamentos e reproduzidos de forma fiel pelos alunos, cujas vivências, particularidades e conhecimentos prévios não são considerados. As novas propostas para o ensino de ciências apresentadas na LDB tentavam atender às demandas por um currículo que acompanhasse os avanços científicos e educacionais. O foco ali era deslocado de aspectos puramente lógicos para uma abordagem de valorização da participação do aluno no seu processo de aprendizagem, considerando elementos psicológicos educacionais (BRASIL, 2000).

Nos anos seguintes diversos programas e projetos educacionais, inspirados em ações estrangeiras, foram implementados para reformular o ensino de ciências e matemática. Na década de 1970, o discurso educacional já se voltava para o acesso à escolarização, à democratização do conhecimento científico, às interações entre ciência tecnologia e sociedade e a um ensino para a vida (BRASIL, 2000). No entanto, olhando para a prática, para o cotidiano das salas de aula, ainda vemos o modelo de mais de cinquenta anos atrás. Desse modo, não podemos deixar de nos questionar sobre quais foram as diretrizes que guiaram o ensino brasileiro nas últimas décadas, pois ele parece não ter seguido as orientações curriculares ou a literatura especializada.

A LDB de 1961 indicava que importantes avanços educacionais não haviam atingido a formação de professores de maneira efetiva, gerando uma carência de profissionais qualificados que perdura até hoje. Mesmo desenvolvendo discussões a respeito de novas perspectivas educacionais, os cursos de licenciatura não foram efetivos em preparar professores para atuar com práticas diferenciadas, que ficaram restritos a alguns poucos estabelecimentos de ensino (BRASIL, 2000).

Assim, independente das recomendações dos documentos norteadores, o ensino brasileiro seguiu um caminho tradicional de ensino, de cunho preparatório para a vida acadêmica, que podemos observar até os dias de hoje. Dentro dessa realidade, a educação básica assume duas tradições formativas principais: a pré-universitária e a profissionalizante. Em sua contraparte pré-universitária, o Ensino Médio assume uma abordagem de listas de conteúdos, fragmentados e desconexos, mas necessários ao ingresso em um nível seguinte de educação, onde, só então, eles serão integrados, dotados de significado e aplicados a situações práticas. Enquanto isso, a contraparte profissionalizante se aproveita de conteúdos de disciplinas gerais como fundamentos para atividades práticas produtivas ou de prestação de serviços. No entanto, essa especialização em determinadas áreas de conhecimento gerava uma formação mais restrita, que não fornecia subsídios gerais para a vida pessoal e cultural em outros ramos de atuação (BRASIL, 2002).

Buscando romper com esse modelo, a nova LDB (Lei nº 9.394 de 1996) e as Diretrizes Curriculares Nacionais associadas a ela, estabelecem o ensino médio como a etapa de conclusão da Educação Básica. Ou seja, o fim da vida estudantil e momento no qual o educando deveria estar plenamente capacitado para atuação social e profissional. Essa proposta gera o desafio de romper com as limitações dos modelos preparatórios e pensar um ensino que seja integral ao final dessa etapa.

Como forma de guiar essa transição, a LDB/96 aponta objetivos para cada etapa da educação. O ensino fundamental tem “por objetivo a formação básica do cidadão, mediante (...) o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores”. Enquanto isso, o ensino médio busca “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo (...) o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”, assim como “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria com prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996, Seções III e IV).

Essa visão de terminalidade do ensino médio e finalidade de formar plenamente o cidadão iniciou um longo processo de reflexão sobre as práticas pedagógicas no Brasil. Nas últimas décadas essa proposta vem sendo reforçada em diversas diretrizes educacionais (BRASIL, 1996; 2000; 2002; 2013) e hoje, pelo menos

no âmbito das suas orientações pedagógicas, a educação nacional apresenta uma proposta bastante avançada.

## **4.2. OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS**

Antecipando as dificuldades associadas à reformulação dos projetos pedagógicos das escolas, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000 e BRASIL 2002) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASÍL, 2013) trazem, além dos temas a serem tratados em cada etapa do ensino, extensas orientações quanto aos focos de trabalho no ensino médio. Esse conjunto de documentos somados à LDB serão referidos, de forma geral, como documentos orientadores da educação nacional. Dentre eles, em especial nos PCN são apresentadas as premissas da educação para a sociedade contemporânea definidas pela Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO) como eixos estruturadores da educação: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Nesse cenário, são valorizadas teorias e práticas de ensino onde o ato de aprender é trabalhado de forma criativa, que desperte o interesse dos educandos e que desenvolva sua autonomia (BRASIL, 2000).

Como preconizado pela LDB/96, o novo ensino médio tem a responsabilidade de finalizar o ciclo da educação básica, preparando para a vida, qualificando para a cidadania e capacitando para o aprendizado permanente. Este enfoque é reforçado nos PCN, que trazem uma grande valorização dos princípios da interdisciplinaridade, da contextualização de conteúdos disciplinares e da instrumentalização do educando para atuar no seu desenvolvimento intelectual. A visão de uma educação disciplinar estanque e compartimentalizada é combatida em prol de uma abordagem onde todo e qualquer conhecimento pode ser utilizado para compreender fenômenos e solucionar problemas. Reforçando essa noção, os componentes curriculares obrigatórios e seus objetivos educacionais passam a ser organizados em três grandes áreas do conhecimento: Linguagens e Códigos (línguas portuguesa e estrangeira, artes e educação física), Ciências Humanas (história,

geografia, sociologia e filosofia) e Ciências da Natureza e Matemática (química, física, biologia e matemática) (BRASIL, 2000).

As instituições de ensino e das suas práticas pedagógicas precisam passar por grandes mudanças. Componentes curriculares isolados e compartimentalizadas, abordagens descontextualizada das vivências e avaliações baseadas no acúmulo de informações deveriam ser substituídos por propostas que reflitam a função social da Educação Básica: formar cidadãos. O novo ensino médio deve fornecer subsídios, não só para o ingresso na vida acadêmica ou sua inserção no mercado de trabalho, mas também para uma atuação crítica na vida social (BRASIL, 2002).

Como alternativa à manutenção desse modelo de ensino que agrega cada vez mais informações e se torna cada vez mais aprofundado, são dadas orientações para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Entende-se que um estudante autônomo não precisaria ser preparado para cada situação particular, ele conseguiria compreender, estudar e atuar de forma consciente em qualquer situação com a qual venha a se deparar.

Não há o que justifique memorizar conhecimentos que estão sendo superados ou cujo acesso é facilitado pela moderna tecnologia. O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo. (BRASIL, 2000, p.14).

Os PCN+ retomam e aprofundam a discussão sobre práticas educativas para o desenvolvimento competências:

Uma abordagem por competências recoloca o papel dos conhecimentos a serem aprendidos na escola. Eles se tornam recursos para que o indivíduo, diante de situações de vida, tome uma decisão, identifique ou enfrente um problema, julgue um impasse ou elabore um argumento. (BRASIL, 2002, p. 35).

Valorizando um ensino mais contextualizado, interdisciplinar e com solução de problemas, essas orientações sinalizam que o sucesso educacional pode estar relacionado à aquisição de novas formas de pensar e de agir. Assim, além dos conteúdos conceituais, os PCN seguem a proposta da UNESCO de valorizar novas

dimensões cognitivas: as noções de competências e habilidades. Os documentos apresentam três competências abrangentes que se relacionam de forma geral a todas as áreas do conhecimento: representação e comunicação, investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural. Considerando as especificidades das diferentes formas de interpretar o mundo, essas competências se relacionam com um conjunto diferente de habilidades em cada área do conhecimento (BRASIL, 2000; BRASIL, 2002).

Nas ciências da natureza, a primeira grande competência, “Representação e comunicação”, se relaciona a processos mentais e processuais envolvendo leitura, interpretação e produção de diferentes formas de comunicação, além disso seleção de procedimentos e trabalho com dados quantitativos e qualitativos. “Investigação e compreensão”, se relaciona com a capacidade de interpretar e compreender processos naturais e métodos investigativos, identificando regularidades, prevendo evoluções e aprendendo com isso. Habilidades relacionadas envolvem formulação e interpretação de questões, elaboração de hipóteses, uso de procedimentos de coleta de dados, aplicação de conhecimentos das ciências naturais, e elaboração de conclusões, modelos e explicações. “Contextualização sócio-cultural”, envolve compreender e se utilizar da ciência e tecnologia para interpretar e interagir com o ambiente. Usar conhecimentos científicos para prever e solucionar problemas e compreender as relações históricas entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, são habilidades envolvidas (BRASIL, 2000 Pág. 12).

**Quadro 1. Competências e Habilidades de Ciências da Natureza e Matemática, segundo os PCN (BRASIL, 2000. Pág. 12-13).**

<b>PCN - Competências e Habilidades de Ciências da Natureza e Matemática</b>
<p><b>Representação e comunicação</b></p> <p>Desenvolver a capacidade de comunicação.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico.</li> <li>• Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...).</li> <li>• Expressar-se oralmente com correção e clareza, usando a terminologia correta.</li> </ul>

- Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões.
- Utilizar as tecnologias básicas de redação e informação, como computadores.
- Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos.
- Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade.
- Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações.
- Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos.

### **Investigação e compreensão**

Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções.  
Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.

- Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas.
- Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais.
- Utilizar instrumentos de medição e de cálculo.
- Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema.
- Formular hipóteses e prever resultados.
- Elaborar estratégias de enfrentamento das questões.
- Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações.
- Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar.
- Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais.
- Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades.
- Fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.
- Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida.

### **Contextualização sócio-cultural**

Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.

- Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais.
- Associar conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços.
- Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio.
- Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.
- Entender a relação entre o desenvolvimento de Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuser e se propõe solucionar.
- Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais, na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.

### **4.3. CONCEITUANDO COMPETÊNCIAS E HABILIDADES**

Os termos “competências” e “habilidades” se tornaram comuns na linguagem educacional brasileira, especialmente a partir da publicação da LDB em 1996, que determina como uma das incumbências da União:

[...] estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum. (BRASIL, 1996, Lei 9.394, Art. 9.º, inciso IV).

Na primeira edição das DCNEM, publicada em 1998, os conceitos de “competências e habilidades” são usados pela primeira vez em um documento oficial, como objetivos educacionais. Desde então esses conceitos ganharam popularidade e

vêm sendo usados em diferentes contextos, o que tem gerado diferentes interpretações, dúvidas e críticas (JÚNIOR, 2009).

No dicionário Larousse, esses termos são definidos como:

Competência: s.f. (do Lat. Competentia.) 1. Atribuição, jurídica ou legal, de desempenhar certos encargos ou apreciar ou julgar determinados assuntos. - 2. Capacidade decorrente de profundo conhecimento que alguém tem sobre um assunto; aptidão, habilidade.

Habilidade: s.f. (do Lat. Habilitas, habilitatis.) – 1. Qualidade daquele que é hábil. – 2. Capacidade, destreza, agilidade. – 3. Qualidade de alguém que age com engenhosidade e inteligência. – 4. Engenhosidade. – 5. Astúcia, manha. – 6. Qualidade que torna o sujeito apto, capaz no plano legal. – 7. Qualidade de alguém que é capaz de realizar um ato com uma boa adaptação psicomotora, adequada ao fim em questão.

Partindo de princípios definidos na LDB, os PCN atribuem o seguinte conjunto de significados às competências:

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar, múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. (BRASIL, 2000, p. 11-12).

Nota-se que competências se referem a processos cognitivos, enquanto habilidades se relacionam com ações e procedimentos. No entanto, uma apropriação dessas definições nos contextos psicológicos e educacionais se faz necessária para maior aprofundamento das análises subsequentes. O Documento Base do ENEM aborda esses conceitos pedagogicamente ao se apropriar deles como alguns dos seus objetivos educacionais. Eles reforçam a noção de habilidades como demonstrações práticas e competências como capacidades mentais, além de indicar que cada competência possui um conjunto de habilidades relacionadas:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências. (BRASÍLIA, 2002, pág. 11).

A forma como os PCN e o ENEM tratam suas matrizes de objetivos educacionais se relaciona ao que Zabala (1998) define como conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Relacionado ao ensino por investigação, o autor considera que no processo de construção de novos conhecimentos, essas três formas de aprendizagens devem ser consideradas. Conteúdos conceituais se relacionam ao conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos. Normalmente são ensinados por meio de modelos expositivos e avaliados por meio de exercícios de reprodução do que foi compreendido. Conteúdos atitudinais englobam valores, atitudes e normas de caráter cognitivo, afetivo e comportamental. A aprendizagem de atitudes é um processo complexo que envolve, inicialmente, apenas aceitar um novo conhecimento, para depois refletir sobre ele e, finalmente, internalizá-lo como fundamental ao contexto social em que se vive. Conteúdos procedimentais envolvem as ações conscientes tomadas em busca de um objetivo, como regras, técnicas e habilidades. Procedimentos são aprendidos pela observação e reprodução de modelos, com repetição e treinamento até que se domine aquela atividade e se possa aplicá-la em novos contextos (BOROCHOVICIUS E TORTELLA, 2014).

Apesar das diferentes linguagens, todos esses documentos e autores se referem às mesmas categorias de objetivos de aprendizagem. O que os documentos norteadores da educação nacional se referem como “áreas do conhecimento” ou “objetos de conhecimento” se relacionam aos conteúdos conceituais do contexto do ensino por investigação. “Competências” se relacionam aos conteúdos atitudinais e “habilidades” aos conteúdos processuais. Assim, considerando os profissionais da educação básica como público-alvo deste trabalho e sua proximidade com a linguagem dos exames educacionais, serão adotados os conceitos “objetos de conhecimento”, “competência”, “habilidades” como padrão para indicar as características mentais e processuais que são foco do processo educativo. Na tabela 1 são apresentados tais conceitos, definidos a partir dos documentos estudados, de forma a indicar como eles são entendidos neste trabalho.

**Tabela 1. Formalização dos conceitos das três dimensões de objetivos educacionais.**

Três Dimensões de Objetivos Educacionais	
<b>Objetos de conhecimento</b> (Conteúdos conceituais)	Conjunto de fatos, acontecimentos, situações, dados, fenômenos concretos e modelos explicativos, que compõem as listas de assuntos curriculares que se pretende que o aluno saiba ao final do seu processo de aprendizagem.
<b>Competências</b> (Conteúdos atitudinais)	Características cognitivas e da inteligência, englobam valores, atitudes, comportamentos e processos mentais usados para entender o mundo, fazer relação entre sentidos e conhecimentos e planejar ações.
<b>Habilidades</b> (Conteúdos processuais)	Processos mentais e físicos usados para executar ações em busca de um objetivo, se relacionam com o “saber fazer” e envolvem regras, técnicas, operações, métodos e uso de instrumentos.

#### 4.4. O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

Em 1998 o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) cria o ENEM como ferramenta de avaliação do desempenho dos alunos concluintes da Educação Básica e também como forma de efetivar as propostas da LDB. Partindo dos documentos norteadores da educação nacional e dos mesmos pressupostos teóricos que os respaldam, ele busca “aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania”. Entre seus objetivos estão a flexibilização dos mecanismos de ingresso no Ensino Superior e a definição de características mínimas a serem apresentadas por um concluinte do Ensino Médio (BRASÍLIA, 2002, p.5).

Diferente de iniciativas de avaliação externa em larga escala anteriores, o ENEM foca na aferição de objetos de conhecimentos, competências e habilidades, considerando todo o desenvolvimento cognitivo que os jovens deveriam apresentar ao longo do Ensino Fundamental e do Médio. Sua avaliação se utiliza de ferramentas estatísticas complexas e resulta em quatro índices de proficiência por candidato, um para cada uma das quatro áreas do conhecimento: linguagens, códigos e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; e matemática e suas tecnologias. A divisão por blocos interdisciplinares

é equivalente à adotada nos PCN. Nesse sentido, o ENEM ainda serve como instrumento de auto-avaliação para alunos, fonte de dados educacionais para instituições e base para políticas públicas governamentais (BRASÍLIA, 2002).

Dentro dessa perspectiva, a elaboração das questões segue uma abordagem diferente das avaliações tradicionais de aferição da aquisição e memorização de conhecimentos. No ENEM são avaliados os processos gerais do raciocínio dos candidatos, não o volume de informações que eles conseguem memorizar. Suas questões são de múltipla escolha e possuem textos norteadores tratando de situações cotidianas com a maioria das informações necessárias para compreender o fenômeno apresentado. As questões normalmente tratam de situações-problema que precisam ser interpretadas para a proposição de uma intervenção ou solução. Esse processo usa conhecimentos prévios do candidato, mas mais importante do que isso, exige habilidades de relacionar informações, aplicar conhecimentos, elaborar previsões e tomar decisões com impacto na realidade. Adicionalmente, como as competências e habilidades gerais não são separadas por áreas de conhecimento, há grande interdisciplinaridade nos temas abordados na maioria das questões. Muitas delas envolvem conhecimentos de múltiplas áreas, exigindo que os alunos consigam integrar os conhecimentos obtidos de diferentes fontes para avaliar e solucionar problemas (PRIMI et al., 2001).

No ENEM cinco grandes “eixos cognitivos”, com características de conteúdos atitudinais, são comuns à todas as áreas do conhecimento:

- I. Dominar linguagens: Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II. Compreender fenômenos: Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. Enfrentar situações-problema: Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Construir argumentação: Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Elaborar propostas: Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural (BRASIL, 2009, p. 1).

Além desses eixos cognitivos, para cada área do conhecimento há uma matriz com competências de área e suas habilidades. A matriz de referência de ciências humanas é constituída por seis competências; a de ciências da natureza por oito competências; a de matemática por sete e a de linguagens e códigos por nove. Cada área do conhecimento possui trinta habilidades distribuídas entre as suas competências (BRASÍLIA, 2014). A organização em competências e habilidades não interfere nos temas ou sequências de conteúdos didáticos, dando liberdade para que as instituições de ensino definam seus currículos e práticas educacionais, de acordo com suas concepções de educação (BRASÍLIA, 2002).

A seguir são apresentadas as oito competências e as habilidades da matriz de ciências da natureza do ENEM.

**Tabela 2. Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2009)**

<b>Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias</b>	
<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>
<p><b>Competência de área 1</b></p> <p>Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.</p>	<p><b>H1</b> – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.</p> <p><b>H2</b> – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.</p> <p><b>H3</b> – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.</p> <p><b>H4</b> – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.</p>
<p><b>Competência de área 2</b></p> <p>Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.</p>	<p><b>H5</b> – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.</p> <p><b>H6</b> – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.</p> <p><b>H7</b> – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.</p>
<p><b>Competência de área 3</b></p> <p>Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e</p>	<p><b>H8</b> – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.</p>

<p>sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.</p>	<p><b>H9</b> – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.</p> <p><b>H10</b> – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e/ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.</p> <p><b>H11</b> – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.</p> <p><b>H12</b> – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.</p>
<p><b>Competência de área 4</b></p> <p>Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.</p>	<p><b>H13</b> – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.</p> <p><b>H14</b> – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.</p> <p><b>H15</b> – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.</p> <p><b>H16</b> – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.</p>
<p><b>Competência de área 5</b></p> <p>Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.</p>	<p><b>H17</b> – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.</p> <p><b>H18</b> – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.</p> <p><b>H19</b> – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.</p>
<p><b>Competência de área 6</b></p> <p>Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.</p>	<p><b>H20</b> – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.</p> <p><b>H21</b> – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.</p> <p><b>H22</b> – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.</p> <p><b>H23</b> – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.</p>

<p><b>Competência de área 7</b></p> <p>Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.</p>	<p><b>H24</b> – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.</p> <p><b>H25</b> – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.</p> <p><b>H26</b> – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.</p> <p><b>H27</b> – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.</p>
<p><b>Competência de área 8</b></p> <p>Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.</p>	<p><b>H28</b> – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.</p> <p><b>H29</b> – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.</p> <p><b>H30</b> – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.</p>

A matriz de referência da redação do ENEM difere das demais por não possuir habilidades, ela conta com um conjunto de competências específicas e conhecimentos associados a elas. Como orientação para os corretores das redações são indicadas as características, dentro de cada competência, que deveriam gerar pontuação máxima para o candidato (BRASIL, 2009).

**Tabela 3. Matriz de redação do ENEM, adaptado de BRASIL (2016b)**

<b>Matriz de Referência para a Redação do Enem</b>	
<b>Competência</b>	<b>Descrição</b>
<p><b>C1. Demonstrar domínio da modalidade escrita formal da língua portuguesa.</b></p>	<p>Demonstra excelente domínio da modalidade escrita formal da língua portuguesa e de escolha de registro. Desvios gramaticais ou de convenções da escrita - ou fala - serão aceitos somente como excepcionalidade e quando não caracterizem reincidência.</p>
<p><b>C2. Compreender a proposta de redação e aplicar conceitos das várias áreas de conhecimento para desenvolver o tema, dentro dos limites estruturais do texto dissertativo-argumentativo em prosa.</b></p>	<p>Desenvolve o tema por meio de argumentação consistente, a partir de um repertório sociocultural produtivo e apresenta excelente domínio do texto dissertativo-argumentativo</p>

<p><b>C3. Selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista.</b></p>	<p>Apresenta informações, fatos e opiniões relacionados ao tema proposto, de forma consistente e organizada, configurando autoria, em defesa de um ponto de vista. Tabela.</p>
<p><b>C 4. Demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação.</b></p>	<p>Articula bem as partes do texto e apresenta repertório diversificado de recursos coesivos.</p>
<p><b>C 5. Elaborar proposta de intervenção para o problema abordado, respeitando os direitos humanos.</b></p>	<p>Elabora muito bem proposta de intervenção, detalhada, relacionada ao tema e articulada à discussão desenvolvida no texto.</p>

Em 2009, o Ministério da Educação (MEC) inicia o processo que vem a tornar o ENEM o principal meio de ingresso em Instituições de Ensino Superior, com a criação do Sistema de Seleção Unificada (SISU), que dá acesso a instituições por todo o Brasil com base nas notas dos candidatos (ANDRIOLA, 2011). Este processo se constitui em uma contramedida à cultura preparatória pré-universitária, buscando uma mudança em direção às diretrizes educacionais. Nos últimos anos o ENEM passou por uma grande ampliação, oferecendo acesso a mais de 60 instituições de Ensino Superior em todo o Brasil e oferecendo certificação de conclusão do ensino médio para alunos maiores de idade (BRASIL, 2016). Essas oportunidades têm atraído milhões de brasileiros a cada ano, tornando o exame a maior via de acesso ao ensino superior do Brasil e uma ferramenta modeladora do perfil da educação básica (BRASÍLIA, 2002).

É notável que mesmo tomando as proporções atuais, o exame permanece fiel à suas bases legais como a LDB e os PCN, e que possui diversas similaridades com as bases teóricas de John Dewey e do ensino por investigação. Considerando sua grande influência na organização das instituições e sistemas de ensino brasileiras poderíamos esperar, desde 2009, com sua reestruturação, uma mudança de paradigma educacional no ensino médio. No entanto, apesar da sua proposta de educação para a vida em sociedade, ainda vivemos uma forte cultura de preparação para o ingresso em cursos superiores ou profissionalizantes, o que mantém o foco do ensino nos conteúdos conceituais.

#### 4.5. OUTRAS MATRIZES DE OBJETIVOS EDUCACIONAIS

Inspirados pelas propostas de uma educação básica completa e com enfoque para atuação em sociedade, outros processos seletivos para instituições de Ensino Superior passam a considerar objetivos educacionais diversificados. O Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília (UnB), criado em 1995, como uma forma de acesso à graduação alternativa ao vestibular, também trabalha com uma avaliação interdisciplinar, contextualizada e processual, relacionando objetos de conhecimento com uma matriz de competências e habilidades própria. A avaliação se divide em três etapas, com uma avaliação ao final de cada ano do ensino médio. A cada ano um conjunto específico de objetos de conhecimento e obras culturais buscam promover a interação da universidade com as escolas, sugerindo temas de trabalho relacionados aos temas curriculares trabalhados (RABELO, 2015; BRASÍLIA, 2017).

A matriz de objetivos do PAS, diferente do ENEM, possui um caráter bidimensional onde cada competência pode se relacionar com múltiplas habilidades e vice-versa. Cinco competências, doze habilidades e suas inter-relações abrangem todos os elementos cognitivos e processuais avaliados no exame. Os objetos de conhecimento não se relacionam a uma disciplina ou área do conhecimento específica, podendo se relacionar com diversos temas ou contextos, como: “Indivíduo, cultura e identidade”, “Energia, equilíbrio e movimento”, “Ambiente” e “A formação do mundo ocidental” (BRASÍLIA, 2017). A matriz de objetivos educacionais do PAS-UnB é apresentada na Tabela 4.

Fora do Brasil encontramos paralelo com o estudo de objetivos educacionais usando matrizes, na Taxonomia de Bloom, proposta em 1956 e revisada em 2001. Este sistema de classificação, criado originalmente para auxiliar docentes a padronizar a linguagem, currículos e objetivos educacionais, organiza processos cognitivos em categorias hierárquicas de complexidade. Essa organização hierárquica de categorias mentais e processuais serve como uma forma de padronizar a linguagem educacional, fornecer bases pedagógicas para currículos de cursos e classificar possibilidades educacionais com base no nível de complexidade cognitiva necessária ao aluno (KRATHWOHL, 2002).

Tabela 4. Matriz de Objetos de Avaliação do PAS/UnB (BRASÍLIA, 2017)

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES											
	INTERPRETAR			PLANEJAR			EXECUTAR			CRITICAR		
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
C1	✓	✓	✓			✓		✓	✓			
C2	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓
C3		✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓
C4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
C5	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓

Na Taxonomia de Bloom Revisada os objetivos educacionais são separados em duas dimensões, a dos conhecimentos a serem adquiridos, Dimensão do conhecimento (Quadro 2), e a dos processos utilizados para a aquisição desses conhecimentos, a Dimensão do processo cognitivo (Quadro 3) (FERRAZ; BELHOT, 2010).

**Quadro 2. Dimensão do Conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada, adaptado de Ferraz e Belhot (2010)**

<b>Dimensão do Conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada.</b>
<b>Conhecimento Efetivo</b>
Relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados. Conhecimento da Terminologia; e Conhecimento de detalhes e elementos específicos.
<b>Conhecimento Conceitual</b>
Relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência. Conhecimento de classificação e categorização; Conhecimento de princípios e generalizações; e Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
<b>Conhecimento Procedural</b>
Relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar. Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; Conhecimento de técnicas específicas e métodos; e Conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico.
<b>Conhecimento Metacognitivo</b>
Relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura. Conhecimento estratégico; Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); e Autoconhecimento.

Existem seis categorias na dimensão do processo cognitivo, denominadas, em ordem crescente de complexidade: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e

criar. Cada uma das categorias representa processos mentais diversificados que podem orientar processo pedagógicos dependendo do que um professor deseje que seus alunos desenvolvam (KRATHWOHL, 2002).

**Quadro 3. Dimensão do Processo Cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada, adaptado de Ferraz; Belhot (2010) e Paiva (2011)**

<b>Dimensão do Processo Cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada.</b>
<p><b>1. Lembrar:</b> Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos: Reconhecer, Reproduzir, Listar, Descrever, Denominar, Identificar.</p>
<p><b>2. Entender:</b> Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos: Interpretar, Exemplificar, Classificar, Resumir, Inferir, Parafrasear, Comparar e Explicar.</p>
<p><b>3. Aplicar:</b> Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos: Executar, Usar, Desempenhar, Implementar.</p>
<p><b>4. Analisar:</b> Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos: Comparar, Analisar, Desconstruir, Integrar, Diferenciar, Recombinar, Organizar, Atribuir e Concluir.</p>
<p><b>5. Avaliar:</b> Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos: Revisar, Formular Hipótese, Avaliar, Experimentar, Julgar, Checar e Criticar.</p>
<p><b>6. Criar:</b> Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos: Desenhar, Construir, Elaborar, Generalizar, Planejar e Produzir.</p>

Nessa proposta de matriz pedagógica bidimensional a “dimensão do conhecimento” se cruza com a “dimensão do processo cognitivo” em uma tabela (Tabela 5.) onde objetivos educacionais podem ser posicionados de acordo com sua complexidade cognitiva (KRATHWOHL, 2002). A dimensão do conhecimento lista quatro níveis de compreensão de informações, “conhecimento efetivo” (reproduzir informações), “conhecimento conceitual” (correlacionar informações), “conhecimento procedural” (saber como executar ações) e “conhecimento metacognitivo” (assimilar efetivamente e aplicar informações). A dimensão dos processos cognitivos, com suas

seis categorias - “lembrar”, “entender”, “aplicar”, “analisar”, “avaliar” e “criar” - indica diferentes formas de usar os conhecimentos para resolver problemas, (FERRAZ, BELHOT, 2010). Tanto o título de cada categoria quanto os aspectos de que elas tratam permite associar o domínio do conhecimento a competências (obter, entender, reproduzir, relacionar e aplicar conhecimentos) e o domínio do processo cognitivo a habilidades (usar conhecimentos efetivamente para atingir um objetivo).

**Tabela 5. Matriz que envolva as duas dimensões cognitivas da Taxonomia de Bloom Revisada, adaptado de Ferraz e Belhot, 2010)**

Dimensão do conhecimento	Dimensões dos processos cognitivos					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
Conhecimento efetivo / factual						
Conhecimento conceitual / princípios						
Conhecimento procedural						
Conhecimento metacognitivo						

## 5. TRABALHANDO COM MATRIZES

Diferentes referenciais teóricos se propõem a indicar características desejáveis ao ensino. Buscando contemplar múltiplas perspectivas de objetivos educacionais e propor uma nova ferramenta para orientar o trabalho pedagógico no ensino de ciências, uma extensa literatura acadêmica e oficial foi analisada. Por meio de análise qualitativa documental (BOGDAN e BIKLEN, 1994) seis grupos de documentos que indicam objetivos ao ensino de ciências foram selecionados. Os grupos, apresentados na Tabela 6, foram denominados: 1) Dewey; 2) Epl; 3) Bloom; 4) PCN; 5) ENEM e 6) PAS. Considerando os diversos contextos onde foram propostos, suas diferentes abordagens e seu grande impacto em sistemas de ensino, eles foram aceitos como suficientes para respaldar a produção da nova ferramenta educacional desenvolvida neste trabalho.

**Tabela 6. Grupos documentais tomados como ponto de partida para o estudo dos objetivos educacionais do ensino de ciências.**

<b>Grupo Documental</b>	<b>Descrição</b>	<b>Documentos</b>
<b>1) Dewey</b>	Publicações que exploram os elementos da pedagogia de John Dewey.	Dewey, 1910; 1933; 1959; 1978.
<b>2) Epl</b>	Publicações que exploram o histórico e características do ensino por investigação, apresentando compilações dos seus elementos principais.	Laugksch, 2000; Barrow, 2006; Moura, 2007; Zômpero e Laburú, 2011.
<b>3) Bloom</b>	Publicação que exploram o histórico da Taxonomia de Bloom e apresenta a matriz de objetivos instrucionais da sua versão revisada.	Krathwohl, 2002.
<b>4) PCN</b>	Documento oficial que define os Parâmetros Curriculares Nacionais para implementação das determinações da LDB por instituições de ensino.	Brasil, 2000.
<b>5) ENEM</b>	Matrizes de objetivos educacionais das avaliações objetiva e de redação do Exame Nacional do Ensino Médio.	Brasil, 2009; Brasil, 2016.

<b>6) PAS</b>	Matriz de objetivos educacionais das avaliações do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília.	Brasília, 2017.
---------------	---	-----------------

Os dois primeiros grupos documentais envolvem múltiplos textos que tratam de perspectivas educacionais amplas e relacionadas: a pedagogia de John Dewey e concepções modernas do ensino por investigação. A análise desses textos foi apresentada na seção 2 desta dissertação, pois compõem a fundamentação teórica que respalda a presente pesquisa. Considerando que essa literatura já foi suficientemente explorada, adiante será feita apenas uma recapitulação dos aspectos centrais de cada uma que poderiam ser associados a objetivos educacionais. Da terceira até a sexta categoria são considerados documentos pontuais, suficientes para apresentar as diferentes propostas de objetivos educacionais.

Em documentos oficiais nacionais, desde a LDB (BRASIL, 1996), se tornou comum representar objetivos educacionais por meio de matrizes de objetos de conhecimento, competências e habilidades. Como forma de padronizar a linguagem e aproximá-la do público-alvo deste trabalho (professores da educação básica), todos os grupos documentais foram estudados e interpretados por meio dos conceitos de competências e habilidades. Para tal foram adotadas as definições estabelecidas na seção 3 deste trabalho, resumidamente: Competências: características da inteligência usadas para entender o mundo, fazer relação entre sentidos e conhecimentos e planejar ações; e Habilidades: processos usados para executar ações em busca de um objetivo, o saber fazer. Referências a objetos de conhecimento foram deixadas de lado tendo em vista que o produto dessa pesquisa visa oferecer subsídios para todas as disciplinas de ciências, se focando apenas em aspectos cognitivos e processuais.

Após padronizar a linguagem dos grupos documentais e separar seus objetivos educacionais em competência e habilidades, os trechos dos documentos foram analisados em busca de seu sentido geral. Esse processo se deu pela abstração de termos específicos a seus significados mais amplos, como exemplificado na tabela 7, que apresenta a análise dos significados da competência de área 3, e habilidades relacionadas, da matriz de Ciências da natureza do ENEM.

**Tabela 7. Exemplo da análise do sentido geral de uma competência do ENEM.**

**ENEM - Competência de Área 3 das Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competência de área 3 - Texto original:**

“Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.”

**Sentido geral:** *Associar resultados da ciência a ações e suas consequências na realidade.*

**Habilidade 8 - Texto original:**

“Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.”

**Sentido geral:** *Analisar fenômenos da realidade entendendo a teoria por trás dos processos.*

**Habilidade 9 - Texto original:**

“Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.”

**Sentido geral:** *Entender as relações entre elementos da realidade e como eles podem se afetar.*

**Habilidade 10 - Texto original:**

“Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e / ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.”

**Sentido geral:** *Analisar fenômenos da realidade e prever suas consequências.*

**Habilidade 11 - Texto original:**

“Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.”

**Sentido geral:** *Relacionar informações, entendendo a teoria por trás dos processos.*

**Habilidade 12 - Texto original:**

“Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.”

**Sentido geral:** *Avaliar diferentes ações, considerando suas consequências.*

Após identificar os sentidos gerais e os objetivos educacionais dos grupos de documentos, foi feita uma busca por elementos recorrentes, separando-os em

aspectos cognitivos ou processuais. Para cada aspecto recorrente identificado foi criado um título e uma descrição curta que tentou englobar de forma sucinta todos os sentidos extraídos dos documentos analisados. “Relacionar diferentes saberes - Relacionar conhecimentos de diferentes áreas do conhecimento”, é um exemplo de objetivo educacional produzido a partir dos sentidos das habilidades 9, 11 e 12 da competência de área 3 do ENEM.

Ao final, todos os objetivos identificados como competências e habilidade dos seis conjuntos de documentos foram organizados e sintetizados em forma de uma nova matriz.

## 6. AS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES NA LITERATURA

### 6.1. AS COMPETÊNCIAS

Seis grupos de documentos foram estudados em busca da indicação de competências e habilidades relacionadas ao ensino de ciências: 1) Dewey, 2) Epl, 3) Bloom, 4) PCN, 5) ENEM e 6) PAS. Enquanto os três últimos grupos (PCN, PAS e ENEM) apresentam listas de competências e habilidades, os três primeiros (Dewey, Epl e Bloom) não indicam claramente essa classificação de objetivos educacionais. Mesmo assim, a análise do conteúdo desses documentos permitiu identificar elementos relacionados a aspectos cognitivos.

Na análise do documento Dewey (1910, 1933, 1959, 1978) observa-se que ele discorre sobre diversas características do ensino em sua vasta literatura, mas podemos destacar alguns elementos que são recorrentes e que podem respaldar a definição de competências do ensino de ciências.

#### **Quadro 4. Elementos recorrentes na pedagogia de John Dewey.**

- I. A aprendizagem ocorre por meio das experiências e reflexões sobre elas;
- II. O interesse é o principal responsável pelo envolvimento com as experiências e aprendizagens e o interesse é alcançado quando o ensino parte de situações concretas e problematizadoras;
- III. A educação deve se voltar para a superação de desafios e propostas de soluções para problemas;
- IV. O processo de ensino-aprendizagem é social e fundamentado na comunicação e troca de experiências.

A análise da literatura associada ao ensino por investigação (LAUGKSCH, 2000; BARROW, 2006; MOURA, 2007; ZOMPERO E LABURU, 2011) revela que, apesar das diferentes abordagens metodológicas, existem pontos de convergência entre as visões sobre essa abordagem educacional.

#### **Quadro 5. Elementos recorrentes na literatura do Ensino por Investigação.**

- I. Engajamento dos alunos na execução das atividades e resolução de problemas;
- II. Articulação de conhecimentos prévios na elaboração de hipóteses, explicações ou propostas;
- III. Coleta de dados, relacionada a experimentos ou pesquisas, em busca de informações sobre o fenômeno ou sua solução;
- IV. Comunicação dos resultados e descobertas no sentido de compartilhar o conhecimento com seus pares, e contribuir para o conhecimento coletivo.

Na análise da Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002; FERRAZ e BELHOT, 2010) as competências são associadas à dimensão do conhecimento, com quatro níveis de complexidade crescente.

#### **Quadro 6. Dimensão do Conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada.**

- I. Conhecimento Efetivo: conhecimento e reprodução de conceitos básicos que podem auxiliar na resolução de problemas.
- II. Conhecimento Conceitual: conhecimento de como organizar, conectar e relacionar elementos básicos num contexto mais elaborado.
- III. Conhecimento Procedural: conhecimento de como realizar alguma coisa, utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas.
- IV. Conhecimento Metacognitivo: Consciência do processo de raciocínio e capacidade de utilizar conhecimentos assimilados de forma interdisciplinar para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.

Em suas orientações educacionais, os PCN (BRASIL, 2000) defendem três grandes Competências.

#### **Quadro 7. Competências nos Parâmetros Curriculares Nacionais**

- I. Representação e comunicação, que envolvem comunicação, leitura e interpretação de informações;
- II. Investigação e compreensão, que envolve entender e usar métodos investigativos para compreender processos naturais e;

III. Contextualização sócio-cultural, que envolve compreender e usar a ciência para interpretar e interagir com o ambiente.

A matriz de referência do ENEM (BRASIL, 2009) lista cinco Eixos Cognitivos, como características a serem desenvolvidas em qualquer área do conhecimento. Essas características cognitivas podem ser relacionadas a competências gerais das várias áreas do conhecimento, mas uma releitura delas é feita na matriz de redação do exame.

**Quadro 8. Eixos Cognitivos da Matriz de Referência do ENEM.**

- I. Dominar linguagens, tanto a portuguesa quanto a matemática, a artística e a científica;
- II. Construir e aplicar conceitos científicos na compreensão de fenômenos;
- III. Trabalhar com informações para enfrentar situações problemas;
- IV. Relacionar informações e conhecimentos para construir argumentação e;
- V. Usar conhecimentos escolares para propor ações na realidade.

**Quadro 9. Competências na Matriz de Redação do ENEM.**

- I. Demonstrar domínio da modalidade escrita formal da língua portuguesa.
- II. Compreender a proposta de redação e aplicar conceitos das várias áreas de conhecimento para desenvolver o tema.
- III. Selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista.
- IV. Demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação.
- V. Elaborar proposta de intervenção para o problema abordado, respeitando os direitos humanos.

A análise do PAS - UnB indica, em sua matriz de objetivos, cinco competências, que são resumidas no quadro 10.

**Quadro 10. Competências na Matriz de Referência do PAS - UnB.**

- I. Domínio da língua portuguesa, de uma língua estrangeira e das linguagens matemática, artística, científica, etc.
- II. Compreensão de fenômenos naturais, da produção tecnológica, de manifestações sociais e de processos humanos, identificando articulações, interesses e valores envolvidos.
- III. Tomada de decisões ao enfrentar situações-problema.
- IV. Construção de argumentação consistente.
- V. Elaboração de propostas de intervenção na realidade, considerando a ética, a cidadania e a diversidade sociocultural como inerente à condição humana

A análise dos seis grupos documentais revelou pontos de convergência entre as diferentes visões de características cognitivas apontadas como objetivos educacionais. A partir disso, foi possível elaborar quatro competências amplas que englobam todos os objetivos educacionais dos documentos estudados: “Contextualização”, “Investigação”, “Proposição” e “Comunicação”. As quatro competências propostas são dispostas nessa ordem para representar o fluxo comum dos processos educacionais de investigação (DEWEY, 1910; ZÔMPERO e LABURU, 2011), que iniciam com a apresentação de um problema para mobilizar os estudantes, levando-os a pesquisar o tema, elaborar uma solução e comunicar suas atividades.

A **Contextualização** envolve identificar e converter informações de fenômenos naturais e reais em conceitos mentais e modelos explicativos, relacionar essas informações com outros saberes e posteriormente e aplicar esses saberes em situações concretas. Estão agrupadas aqui competências relacionadas à identificação de situações problematizadoras, reflexão sobre problemas, elaboração de perguntas, relações entre situações concretas e conhecimentos teóricos e relações entre diferentes conhecimentos. Desse modo, aqui se engloba as competências de Dewey - II; Epl - I; Bloom - II; PCN - II e III; ENEM - regular: II e IV, redação: II e III e; PAS - II e V.

A **Investigação** é uma competência que envolve todos os aspectos da interação entre a pessoa e o ambiente em busca de informações cientificamente válidas, o que pode acontecer de forma casual ou sistematizada e envolver métodos experimentais, instrumentos de medição, registro e controle. Assim, a competência

Investigação envolve as competências: Dewey - I; Epl - III; Bloom - III; PCN - II; ENEM - regular: III, redação: III; PAS - III.

A **Proposição** envolve processos de elaboração de argumentos, hipóteses, respostas, conceitos, processos, produtos, conclusões ou tomadas de decisão que busquem contornar, minimizar, explicar ou solucionar um problema. Assim, essa categoria engloba: Dewey - III; Epl - I e II; Bloom - IV; PCN - III; ENEM - regular: IV e V, redação: V; PAS - III e V.

A **Comunicação** envolve qualquer forma de comunicação, escrita, pictográfica ou oral, e todas as linguagens, como a portuguesa, a científica, a matemática, a artística e a de programação. Para ser considerada efetiva, a comunicação envolve interpretação, compreensão, uso, domínio da linguagem e capacidade de correlacionar as diferentes formas e tipos de comunicação de forma intencional e consciente. Assim, a Comunicação agrupa: Dewey - IV; Epl - IV; Bloom - I; PCN - I; ENEM - regular: I, redação: I e IV; PAS - I e IV.

A tabela 8, apresenta a relação entre as quatro competências propostas neste trabalho e as identificadas nos grupos de documentos estudados.

**Tabela 8. As quatro competências propostas englobam todas as competências dos documentos estudados.**

Grupos Documentais	Competências - Dimensão cognitiva			
	Contextualização	Investigação	Proposição	Comunicação
Dewey	II	I	III	IV
Epl	I	III	I e II	IV
PCN	II e III	II	III	I
ENEM	II e IV	III	V e IV	I
ENEM Red.	II e III	III	V	I e IV
PAS	II e V	III	III e V	I e IV
Bloom	II	III	IV	I

## 6.2. AS HABILIDADES

Em relação a identificação de características processuais, o estudo dos documentos de Dewey e Epl não foi aprofundado por se considerar que o levantamento das habilidades explicitadas nos demais grupos é amplo e abrangente o suficiente. Notou-se que todas as habilidades dos grupos documentais se enquadram em uma ou mais competências propostas neste estudo, assim realizou-se um processo de classificação entre as quatro competências: Contextualização, Investigação, Proposição e Comunicação.

Nesse processo a habilidade dos PCN, “Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes (...)” (BRASIL, 2000 p. 96), por exemplo, foi relacionada à competência Contextualização, já que indica a aplicação de conhecimentos em situações reais; “Dividir a informação em suas partes constituintes para entender a inter-relação entre elas e delas com a estrutura e o propósito geral” (Bloom - KRATHWOHL, 2002 p.215) se relaciona à Investigação, pois envolve isolamento e análise de variáveis, característica de processos experimentais; “Julgar a pertinência de opções técnicas, sociais, éticas e políticas na tomada de decisões conscientes e embasadas em evidências” (PAS - BRASÍLIA, 2017 p. 2) se relaciona com a competência Proposição, ao demonstrar o processo de tomada de decisão sobre a solução para um problema; “Demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação...” (ENEM - BRASIL, 2016 p. 8) se relaciona à Comunicação ao abordar características linguísticas e argumentativas.

Durante essa classificação foram encontradas habilidades facilmente relacionáveis com uma competência, como “Interpretar e utilizar diferentes formas de representação, como tabelas, gráficos (...)” (BRASIL, 2000), ligada à “Comunicação”. Também foram encontradas habilidades de categorização complexa, como as da Taxonomia de Bloom e as do PAS, que por se tratarem de matrizes bidimensionais (KRATHWOHL, 2002), possuem habilidades que se relacionam com as competências.

Por meio do processo de identificação dos sentidos amplos expressos nas habilidades dos documentos foi possível notar que, apesar das diferentes redações,

eles se referem a características processuais similares. Retomando o exemplo da extração de significados das competências e habilidades do ENEM (apresentado originalmente na metodologia) pode-se compreender melhor o processo de criação das dezesseis habilidades apresentadas na matriz deste estudo. Na tabela 9 é apresentado um exemplo de como as competências e habilidades dos documentos estudados foram compiladas em novas habilidades.

**Tabela 9. Exemplo da análise do sentido geral de uma competência do ENEM.**

<b>ENEM - Competência de Área 3 das Ciências da Natureza e suas Tecnologias</b>
<p style="text-align: center;"><b>Competência de área 3</b></p> <p><b>Texto original:</b> “Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.”</p> <p><b>Sentido geral:</b> <i>Associar resultados da ciência à ações e suas consequências na realidade.</i></p> <p><b>Objetivo na MEI: C3, “H11:</b> Prever resultados - identificar padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever a evolução de fenômenos e/ou resultados. ”</p>
<p style="text-align: center;"><b>Habilidade 8</b></p> <p><b>Texto original:</b> “Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos. ”</p> <p><b>Sentido geral:</b> <i>Analisar fenômenos da realidade, entendendo a teoria por trás dos processos.</i></p> <p><b>Objetivo na MEI: C1, “H3:</b> Transpor do real ao conceitual - Relacionar situações do mundo natural à conhecimentos científicos. ”</p>
<p style="text-align: center;"><b>Habilidade 9</b></p> <p><b>Texto original:</b> “Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos. ”</p> <p><b>Sentido geral:</b> <i>Entender as relações entre elementos da realidade e como eles podem se afetar.</i></p>

**Objetivo na MEI: C1, “H4:** Relacionar diferentes saberes - Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas. ”

### Habilidade 10

**Texto original:** “Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e / ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais. ”

**Sentido geral:** *Analisar fenômenos da realidade e prever suas consequências.*

**Objetivo na MEI: C3, “H11:** Prever resultados - identificar padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever a evolução de fenômenos e/ou resultados. ”

### Habilidade 11

**Texto original:** “Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos. ”

**Sentido geral:** *Relacionar informações, entendendo a teoria por trás dos processos.*

**Objetivo na MEI: C1 “H3:** Transpor do real ao conceitual - Relacionar situações do mundo natural à conhecimentos científicos. ” Ou **C1, “H4:** Relacionar diferentes saberes - Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas. ”

### Habilidade 12

**Texto original:** “Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios. ”

**Sentido geral:** *Avaliar diferentes ações, considerando suas consequências.*

**Objetivo na MEI: C2, “H6:** Criticar e validar informações - Verificar a validade e comparar informações para selecionar a melhor solução para uma situação-problema. ” Ou **C1, “H4:** Relacionar diferentes saberes - Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas. ”

Cada habilidade proposta foi elaborada da mesma forma que as competências, após a detecção de elementos recorrentes nos documentos analisados, foi definido um conjunto de termos que expressam aquela ideia geral e uma definição mais abrangente que contemple os objetivos educacionais usados como referência. Em diversos casos um objetivo educacional pode ser representado por mais de uma competência ou habilidade desse estudo, ou vice-versa. Esse fenômeno é entendido

como uma consequência normal da multiplicidade e das amplas inter-relações entre conteúdos atitudinais e processuais.

Após a definição do seu conteúdo, a matriz (Tabela 10) foi estruturada de forma unidimensional, com as competências assumindo hierarquia superior às habilidades, e organizada em uma sequência que reflete a sucessão de etapas dos processos investigativos educacionais (DEWEY, 1910; ZÔMPERO e LABURU, 2011). Mesmo compreendendo que muitas habilidades podem se relacionar a mais de uma competência, optou-se por essa estrutura para facilitar a leitura e uso por profissionais da educação no planejamento, acompanhamento e avaliação de atividades investigativas.

Com a opção pela organização das competências de acordo com as etapas gerais do ensino por investigação, se faz necessário discorrer sobre o caso da competência “C3: Proposição”. A terceira competência se relaciona com processos de articulação de conhecimentos para elaborar algo novo, como articular perguntas, propor respostas, planejar ações, fazer previsões, argumentar, concluir ou criar algo novo para alcançar um objetivo.

Proposição foi posicionada após Contextualização e Investigação, por refletir o momento de uma pesquisa onde, após investigar uma situação-problema, deve-se organizar as informações obtidas para elaborar uma conclusão. Ela é seguida pela competência, “C4: Comunicação”, onde as descobertas, respostas e soluções são compartilhadas com a comunidade, contribuindo com o conhecimento coletivo. Apesar da organização sequencial das competências, em “C3: Proposição”, fica evidente que numa investigação científica não há um único caminho ou roteiro a seguir. Uma investigação pode contar com múltiplas idas e vindas pelas competências e habilidades, se reformulando, aprimorando e evoluindo ao longo do processo, como defendido por Moreira e Ostermann (1993).

**Tabela 10. MEI - Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação**

<b>Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação - MEI</b>
--

<p><b>C1: Contextualização:</b> identificar, compreender e converter informações de fenômenos naturais em conceitos mentais e aplicar conceitos em situações reais.</p>
<p><b>H1: Identificar situação-problema:</b> identificar uma situação-problema com impacto no cotidiano.</p> <p><b>H2: Elaborar pergunta de investigação:</b> traduzir uma situação-problema em uma pergunta que pode iniciar a busca por sua solução.</p> <p><b>H3: Transpor do real ao conceitual:</b> relacionar situações do mundo natural à conhecimentos científicos.</p> <p><b>H4: Relacionar diferentes saberes:</b> Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas.</p> <p><b>H5: Transpor do conceitual ao real:</b> aplicar informações científicas em situações reais do cotidiano.</p>
<p><b>C2: Investigação:</b> pesquisar e validar informações por meio de processos, métodos e instrumentos científicos.</p>
<p><b>H6: Criticar e validar informações:</b> verificar a validade de informações, comparando alternativas e selecionando a melhor solução para uma situação-problema.</p> <p><b>H7: Buscar informações científicas:</b> usar fontes de informações cientificamente válidas, como fontes diretas, textos técnicos, etc.</p> <p><b>H8: Usar procedimentos científicos:</b> selecionar e usar métodos e instrumentos científicos para a obter informações.</p>
<p><b>C3: Proposição:</b> elaborar hipóteses, respostas, conceitos, processos ou produtos que busquem solucionar uma situação-problema.</p>
<p><b>H9: Formular hipóteses:</b> elaborar hipóteses ou modelos explicativos que ofereçam soluções viáveis para situações-problema.</p> <p><b>H10: Planejar investigações:</b> propor ou avaliar estratégias para atingir um objetivo ou solucionar uma situação-problema.</p> <p><b>H11: Prever resultados:</b> reconhecer padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever evolução ou resultados de processos.</p> <p><b>H12: Propor soluções:</b> elaborar argumento, conclusão ou solução concreta para situações- problema, apoiado em evidências e informações cientificamente válidas.</p>
<p><b>C4: Comunicação:</b> usar, interpretar e compreender diferentes linguagens e formas de comunicação.</p>
<p><b>H13: Dominar a língua formal:</b> demonstrar domínio da modalidade formal da língua portuguesa oral e escrita, entendendo e se se fazendo entender.</p> <p><b>H14: Construir comunicação:</b> elaborar comunicação coesa, coerente e com progressão temática, necessárias à construção da argumentação.</p> <p><b>H15: Dominar diferentes linguagens:</b> Usar e compreender diferentes formas de comunicação não textual, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas etc.</p> <p><b>H16: Produzir comunicações técnicas:</b> produzir comunicações técnicas, descritivas e analíticas, próprias das ciências.</p>

A composição da terceira competência da matriz com suas habilidades caracteriza uma escolha, dentre várias possibilidades, feita neste trabalho. Seria

possível redistribuir as quatro habilidades de diversas maneiras e extinguir esta competência. Seria possível realocar “H9: Formular hipótese” para “C1: Contextualização”, “H10: Planejar investigação” e “H11: Prever resultados” para “C2: Investigação” e “H12: Propor soluções” para “C4: Comunicação”. De forma inversa, “C3: Proposição” também poderia ser expandida, recebendo a “H2: Elaborar pergunta”.

As opções feitas têm um propósito: chamar atenção dos docentes para o trabalho com esse conjunto de características que possuem alto grau de exigência cognitiva e, em outra distribuição, poderiam se diluir e se perder em meio a outras habilidades. Em relação à “H2: Elaborar pergunta de investigação”, que também envolve articular conhecimentos e criar algo, foi feita a opção por posicioná-la na “C1: Contextualização” em virtude da sua importância para o início da investigação. Considerou-se que posicioná-la em Proposição poderia ocasionar sua omissão no início das atividades, etapa fundamental para o desenvolvimento de pesquisas nos moldes do ensino por investigação.

O entendimento da complexidade e importância da competência “C3: Proposição”, é uma consequência da sua íntima relação com a categoria Criar, dos processos cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002). Essa proximidade permite respaldar a organização proposta e a importância dessa competência com a literatura educacional relacionada à taxonomia de Bloom (ANDERSON e KRATHWOHL, 2001; KRATHWOHL, 2002; FERRAZ e BELHOT, 2010). Assim, “C3: Proposição” não é uma etapa a ser vencida em uma sucessão de processos, é uma compilação de todos os eventos de “Criação” presentes em todos os momentos de uma investigação, mas organizados em uma única competência para dar o destaque que esses processos merecem.

## 7. UMA MATRIZ PARA REPENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS

Após ampla análise de documentos que indicam quais características devem ser desenvolvidas por alunos no ensino de ciências, este trabalho propõe uma matriz de competências e habilidades que pode ser usada por professores para orientar seu trabalho em diferentes momentos e tipos de atividades pedagógicas. A matriz é apresentada novamente na Tabela 11, para facilitar a consulta ao longo da leitura subsequente.

A proposta visa subsidiar desde o planejamento de atividades - mostrando que tipo de ações devem ser desenvolvidas - até suas avaliações - guiando a atenção do professor para o desenvolvimento de aspectos cognitivos e processuais. Ela também permite a reflexão e aprimoramento de diversas estratégias e ferramentas educacionais, como itens e questões, pesquisas, atividades em grupo, aulas práticas, aulas de laboratório, projetos de feiras de ciências, entre outros.

Apesar de ser um instrumento para utilização pelo professor, essa matriz é completamente voltada para o desenvolvimento do estudante. Por sua relação com a pedagogia do ensino por investigação, ela estimula ao desenvolvimento de práticas onde aluno assuma um papel mais ativo e o professor atue mais como instigador, orientador e colaborador.

O trabalhar sobre conteúdos atitudinais e processuais é uma influência direta dos documentos norteadores da educação nacional e busca instrumentalizar o aluno para aprender a aprender. Essas influências conferem à MEI, potencial para conduzir professores e alunos a desenvolverem uma postura mais ativa, participativa, questionadora, atuante e autônoma. Considerando que a MEI aborda apenas competências e habilidades, ela pode se adequar aos contextos e temas de qualquer área das ciências da natureza, sociais ou humanas.

## 7.1. REFLETINDO SOBRE A DOCÊNCIA NA INVESTIGAÇÃO

Neste trabalho, entende-se que nenhuma ferramenta, por si só, é capaz de transformar uma realidade educacional. O professor é o agente fundamental de qualquer processo de aprimoramento do ensino e deve aceitar que repensar a educação significa repensar sua ação. Mesmo que tenha acesso a ferramentas educacionais com grande potencial, um professor que não está disposto a revisar e aprimorar sua atuação, pode não conseguir alcançar resultados significativos. Assim, antes de indicar a MEI como uma ferramenta para o ensino, se faz necessário refletir sobre “como”, “para quê” e “por quê”, o professor atua no processo de ensino e aprendizagem.

Parte da dificuldade em romper com modelo de ensino focado na transmissão de conhecimentos provém das visões distorcidas, mas sedimentadas, dos papéis do professor e do aluno. Enquanto as relações de ensino foram “bancárias”, como diria Paulo Freire (2005), com professor depositando conhecimentos prontos nas cabeças vazias de alunos receptores e passivos, não será possível alcançar uma educação para a autonomia. O primeiro passo para mudar essa perspectiva é compreender que os alunos possuem um vasto repertório de conhecimentos prévios, interesses e afinidades, e que trabalhar sobre esses elementos é essencial para atrair sua atenção e facilitar seu envolvimento nas atividades (DEWEY, 1959).

Coelho, Timm, Santos (2010) e Barrow (2006) entendem que essa visão ultrapassada de ensino é uma repercussão da formação docente e defendem que os cursos de licenciatura deveriam se voltar mais para o desenvolvimento de competências e habilidades da autonomia. Eles deveriam desenvolver em seus componentes curriculares aspectos práticos do ensino por investigação em sala de aula. Considerando que o interesse por um tema gera a vontade de conhecer e agir, o professor precisa se focar mais em criar relações entre sua disciplina e o mundo e também, criar espaços para ação dos alunos. Com assuntos interessantes, valorização dos conhecimentos dos alunos, incentivo e espaço para a ação, o professor pode criar atividades onde o aluno seja o responsável pela sua aprendizagem e ele passe a atuar como um guia.

Além de aproveitar os conhecimentos prévios dos seus alunos em suas aulas, os professores devem elaborar questionamentos motivadores que aceitem respostas abertas e criativas, e procurar técnicas de motivação e orientação que envolvam os alunos em investigações em busca de soluções para problemas. Ao criar espaços para questionamentos, argumentação, investigação e momentos para aprendizagem a partir dos próprios erros, os professores oportunizam um desenvolvimento mais integral dos alunos. Enquanto o professor guia e orienta, mediando conflitos e obstáculos, observando e compreendendo o que ocorre, os alunos são desafiados a criar, recriar e construir seus conhecimentos a partir das suas experiências. Em atividades investigativas, o próprio professor passa a atuar de forma mais livre, desenvolvendo competências e habilidades cognitivas mais complexas, questionando seus próprios conhecimentos, refletindo e aprimorando sua prática educacional (BARROW, 2006; COELHO, TIMM e SANTOS, 2010).

Diversas abordagens podem ter cunho investigativo, independente se ocorrem em sala de aula, em campo ou em laboratório. Atividades teóricas, práticas experimentais, simulações em computador, uso de bancos de dados, avaliação de evidências, demonstrações, pesquisas, uso de filmes, proposição de métodos de investigação, dentre outras. Outras características importantes são a possibilidade dos alunos argumentarem e debaterem, obterem e interpretar evidências, aplicarem e avaliarem teorias científicas (SÁ et al, 2007).

Com o entendimento adequado do que caracteriza uma investigação, é possível desenvolver atividades muito ricas com pouquíssimos recursos. Zômpero e Laburú (2011) descrevem uma atividade de ciências do ensino fundamental que ilustra essa abordagem. Nela o professor apresenta imagens da atmosfera da Terra com diversos buracos negros e questiona o quê poderia ter causado aqueles buracos. O professor não revela, até o fim da atividade, que aquela imagem de satélite mostra buracos na camada de ozônio como grandes manchas pretas. Engajados na busca pela solução do problema os alunos observaram as evidências, formularam explicações a partir delas, relacionaram suas explicações ao conhecimento científico trabalhado anteriormente e apresentaram suas conclusões. Ao longo da atividade o professor age instigando a curiosidade, questionando respostas, levando alunos a recordar conhecimentos, organizar ideias e discutir as hipóteses em grupo. Em

atividades desse tipo os alunos utilizam habilidades de coleta de dados, de raciocínio, de comunicação e de argumentação, além das habilidades sociais desenvolvidas pela cooperação. Como resultado, os alunos podem desenvolver, além de conceitos, competências e habilidades relacionados à natureza do trabalho científico.

Munford e Lima (2007) também criticam a formação docente atual, indicando que ela é responsável por visões distorcidas sobre atividades investigativas. As autoras apontam os três maiores equívocos sobre essas atividades: 1 - investigações só podem ser executadas por meio de atividades práticas, experimentais ou em ambientes específicos, como laboratórios; 2 - toda atividade investigativa deve conferir liberdade total ao estudante e 3 - a crença de que todo e qualquer conteúdo das ciências pode ser ensinado por meio de atividades investigativas. Sobre esses aspectos as autoras argumentam que, dependendo da sua estrutura, uma atividade de laboratório pode ter menos estímulo à investigação do que atividades executadas na sala de aula. Em cada contexto e para cada conteúdo, o professor pode modular o grau de liberdade dado ao estudante, dependendo dos objetivos que deseja alcançar. Nem todos os temas são adequados para investigações abertas, de forma que em certos momentos seja mais adequado que o professor proponha os temas, selecione as abordagens e guie seus estudantes na direção de um resultado. Enquanto isso, em outras propostas, o mais adequado seria dar mais liberdade e deixar essas tarefas a cargo dos estudantes. Assim, o ideal seria que o professor utilizasse estratégias educacionais diversificadas, selecionando a mais adequada para cada tema e objetivo.

O entendimento da importância de uma diversidade de práticas pedagógicas de acordo com os diferentes temas tratados, não deve ser confundido com uma licença para atividades investigativas pontuais. Galvão et al (2011) argumenta que, por conta dos currículos inchados e pouco tempo para seu cumprimento, atividades diversificadas acabam sendo de curta duração e de execução pontual, o que não consegue gerar mudanças duradouras na forma como os estudantes encaram desafios. Mesmo existindo casos de eventos pontuais que levem a avanços na forma de pensar e agir dos jovens, não podemos esperar que isso seja suficiente para gerar uma mudança profunda e duradoura na maioria dos estudantes. Uma educação por

meio da análise da realidade, investigação de problemas e busca por soluções é difícil de ser alcançada e exige mais do que atividades pontuais.

Oliveira (2011) descreve as dificuldades apresentadas por estudantes em sua primeira experiência com essa abordagem. Na realização de atividades investigativas sobre o tema Energia, estudantes portugueses do 10º ano de escolaridade, apresentaram dificuldades de compreensão desde o objetivo das tarefas, na interpretação dos textos e vídeos discutidos, na pesquisa e seleção das informações necessárias, na proposição de estratégias para a resolução do problema, na gestão do tempo e, finalmente, na reflexão posterior sobre o trabalho desenvolvido. Mesmo assim, o autor detecta o desenvolvimento de habilidades relacionadas a autonomia, pesquisa, síntese de informações, propostas de estratégias para solução de problemas, comunicação e argumentação. A avaliação dos estudantes em relação à estratégia utilizada, foi positiva, destacando a relação de orientação estabelecida com o professor e a conscientização dos problemas globais.

Zômpero e Laburú (2012) relatam diversas dificuldades apresentadas por estudantes do 6º ano de escolaridade em seu primeiro contato com o ensino por investigação, em atividades sobre fotossíntese e respiração celular. As dificuldades relatadas foram no entendimento da proposta e na elaboração de hipóteses, demonstrando ainda, resistência em situações onde deveriam pensar para solucionar problemas. Apesar disso, a boa participação nas discussões e o engajamento dos estudantes no decorrer da atividade sugerem que a experiência apresentou potencial de desenvolver habilidades de argumentação, de pensamento crítico, rigoroso e criativo.

Os textos explorados acima, indicam que os estudantes estão acomodados em um modelo pedagógico de transmissão de conhecimentos prontos, fragmentados e desvinculados da realidade para alunos passivos. Nesse modelo suas únicas funções são absorver, memorizar e reproduzir tais conhecimentos. Assim, quando os estudantes são colocados em situações onde são os responsáveis por agir, pesquisar e tomar decisões, eles ficam inseguros, receosos e não conseguem desempenhar bem o que é esperado. A manutenção desse modelo até o final do ensino médio poderia formar, se já não vêm formando, jovens cidadãos com grandes dificuldades

em encarar problemas, estudar e aprender autonomamente e buscar ativamente soluções para os desafios que encontram.

Além das dificuldades associadas à mudança nas formas de pensar e agir de professores e alunos, diversos outros empecilhos podem comprometer a execução de atividades investigativas, como os identificados no levantamento de Barrow (2006). Geralmente, os professores que tentam implementar o ensino por investigação esbarram em três categorias de problemas: a). Problemas técnicos – dificuldade dos professores de ensinar construtivamente; grande dependência dos livros-texto; dificuldades de trabalhar com grupos grandes de alunos; dificuldade e falta de costume dos alunos de agir ativamente no seu ensino; pouco tempo para a execução das atividades e; formação docente inadequada para esse tipo de atividade. II. Problemas políticos – falta de programas educacionais de formação continuada de professores ou programas pontuais e de curta duração; resistências de pais, professores e legisladores a um novo modelo de ensino de ciências; diferentes visões entre professores quanto aos assuntos e métodos de ensino e; falta de recursos e espaços educacionais adequados a essas atividades nas escolas. III. Problemas culturais: livros textos e materiais didáticos sem suporte à investigação; e diferentes visões sobre os objetivos educacionais e os objetivos das investigações.

Mesmo com tantas dificuldades, muitas propostas podem ser executadas e grandes resultados podem ser alcançados em pouco tempo, como relatado pela literatura (COELHO, TIMM e SANTOS, 2010; NASCIMENTO, 2011; OLIVEIRA, 2011; GALVÃO et al, 2011; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, 2012). Matoso e Freire (2013), aplicaram tarefas de investigação sobre reações químicas, no oitavo ano, e perceberam que os próprios estudantes notaram diferenças positivas em relação à sua atuação e ao modo como aprenderam. Ao se tornarem responsáveis pelos seus estudos, os alunos se tornaram mais ativos, passaram a valorizar mais suas aprendizagens e desenvolveram habilidades sociais pelo intenso trabalho em grupo e troca de ideias. Os relatos dos estudantes mostraram aprendizagens em todas as etapas, da pesquisa por informações ao planejamento e execução de experiências e no manuseio de material experimental.

Além das dificuldades já citadas, as escolas de ensino médio sentem uma pressão adicional: a cobrança social por resultados em exames vestibulares. Mas

como é possível desenvolver atividades investigativas se o professor tem que dar conta de um currículo inchado e se preocupar com todos os assuntos que podem vir a ser cobrados nos exames vestibulares, para garantir que seu aluno terá um bom resultado?

Antes de tentar responder a esta pergunta, devemos refletir profundamente sobre o que ela comunica. Antes de mais nada, devemos aceitar que é impossível preparar um estudante para qualquer questão ou problema que ele enfrentará em sua vida. A ilusão de que o professor pode “ensinar” tudo que um aluno pode precisar é tão distante da realidade quanto a ilusão de que os alunos conseguem “aprender” tudo o que os professores comunicam. Casos de sucesso de alunos aprovados em múltiplos vestibulares, podem ter mais relação com uma rigorosa rotina de estudos individuais do que ao que o aluno efetivamente aprendeu em sala de aula. O aspecto mais importante para o sucesso educacional é a motivação do estudante (DEWEY, 1959). Estudantes desmotivados em ambientes pedagogicamente ricos podem não aproveitar em nada várias potenciais aprendizagens. No sentido oposto, estudantes motivados em ambientes sem recursos podem superar diversas dificuldades e alcançar o sucesso. Assim, o foco do professor não deve estar em ensinar tudo que o aluno precisa, mas em ajudar o estudante a identificar seus objetivos, estimulá-lo a alcançá-los e mostrar a ele o caminho a seguir.

Pode-se argumentar, em favor do questionamento acima, sobre o caráter conteudista dos exames vestibulares, no sentido de que, sem conteúdos conceituais o aluno não seria capaz de atingir boas notas. Tal argumento é válido. Sem uma boa base conceitual um candidato não conseguirá atingir uma nota adequada em um exame como o ENEM. No entanto, aqui podemos apontar dois argumentos em favor do ensino por investigação: 1. Quando o estudante aprender um conceito ao trabalhar com ele, a partir da realidade e investigando as relações dele com o mundo real, suas aprendizagens tendem a ser muito mais significativas e duradouras. 2. As matrizes de objetivos educacionais e a forma como são construídas as questões de exames como o ENEM, tendem ao uso de formas de raciocínio superior em detrimento da mera reprodução de conhecimentos.

Tendo o ENEM se tornado o maior meio de ingresso em cursos superiores do Brasil e se mantendo fiel à diretrizes educacionais da educação básica (BRASIL,

2001), ele constitui um estímulo a reflexões sobre o modelo atual de ensino. Seus critérios avaliativos consideram não apenas objetos de conhecimento, mas também a aquisição de competências e habilidades, o que deveria estimular os sistemas de ensino a buscarem práticas que contemplem essas características.

Se os vestibulares exigem demonstração de domínio de competências e habilidades, por quê não elaborar questões de provas que tenham como foco as capacidades de investigar, interpretar dados e articular conclusões? Ao desenvolver trabalhos de pesquisa, por quê não exigir métodos científicos de coleta de dados diretos? Ao definir critérios de avaliação, por quê não pontuar pela forma como uma tarefa foi executada, além de considerar apenas os conteúdos? Em oportunidades como feiras e mostras científicas e culturais, por quê não valorizar a proposta de soluções para problemas ao invés da reprodução de conhecimentos prontos?

A seguir são apresentadas propostas práticas do ensino por investigação e da MEI, com respaldo da literatura, buscando caracterizar suas contribuições em diferentes contextos educacionais: na atuação de professores, no planejamento de atividades, na definição de critérios de avaliação, na elaboração de questões e na orientação de projetos de pesquisa.

## **7.2. PLANEJANDO E AVALIANDO INVESTIGAÇÕES**

A seguir são explorados aspectos do ensino por investigação e da matriz proposta, com respaldo da literatura educacional, buscando caracterizar suas contribuições em diferentes contextos educacionais: atuação de professores, planejamento de atividades, definição de critérios de avaliação, elaboração de questões e orientação de projetos de pesquisa.

**Tabela 11. MEI - Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação**

<b>Matriz de Competências e Habilidades do Ensino por Investigação - MEI</b>
<b>C1: Contextualização:</b> identificar, compreender e converter informações de fenômenos naturais em conceitos mentais e aplicar conceitos em situações reais.
<p><b>H1: Identificar situação-problema:</b> identificar uma situação-problema com impacto no cotidiano.</p> <p><b>H2: Elaborar pergunta de investigação:</b> traduzir uma situação-problema em uma pergunta que pode iniciar a busca por sua solução.</p> <p><b>H3: Transpor do real ao conceitual:</b> relacionar situações do mundo natural à conhecimentos científicos.</p> <p><b>H4: Relacionar diferentes saberes:</b> Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas.</p> <p><b>H5: Transpor do conceitual ao real:</b> aplicar informações científicas em situações reais do cotidiano.</p>
<b>C2: Investigação:</b> pesquisar e validar informações por meio de processos, métodos e instrumentos científicos.
<p><b>H6: Criticar e validar informações:</b> verificar a validade de informações, comparando alternativas e selecionando a melhor solução para uma situação-problema.</p> <p><b>H7: Buscar informações científicas:</b> usar fontes de informações cientificamente válidas, como fontes diretas, textos técnicos, etc.</p> <p><b>H8: Usar procedimentos científicos:</b> selecionar e usar métodos e instrumentos científicos para a obter informações.</p>
<b>C3: Proposição:</b> elaborar hipóteses, respostas, conceitos, processos ou produtos que busquem solucionar uma situação-problema.
<p><b>H9: Formular hipóteses:</b> elaborar hipóteses ou modelos explicativos que ofereçam soluções viáveis para situações-problema.</p> <p><b>H10: Planejar investigações:</b> propor ou avaliar estratégias para atingir um objetivo ou solucionar uma situação-problema.</p> <p><b>H11: Prever resultados:</b> reconhecer padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever evolução ou resultados de processos.</p> <p><b>H12: Propor soluções:</b> elaborar argumento, conclusão ou solução concreta para situações- problema, apoiado em evidências e informações cientificamente válidas.</p>
<b>C4: Comunicação:</b> usar, interpretar e compreender diferentes linguagens e formas de comunicação.
<p><b>H13: Dominar a língua formal:</b> demonstrar domínio da modalidade formal da língua portuguesa oral e escrita, entendendo e se se fazendo entender.</p> <p><b>H14: Construir comunicação:</b> elaborar comunicação coesa, coerente e com progressão temática, necessárias à construção da argumentação.</p> <p><b>H15: Dominar diferentes linguagens:</b> Usar e compreender diferentes formas de comunicação não textual, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas etc.</p> <p><b>H16: Produzir comunicações técnicas:</b> produzir comunicações técnicas, descritivas e analíticas, próprias das ciências.</p>

A matriz - MEI - de objetivos educacionais proposta neste trabalho foi organizada de acordo com as etapas do modelo de ensino por investigação proposto por John Dewey e diversos outros pesquisadores da educação (DEWEY, 1959 e 1978; NRC, 2000; CHIN e KAYALVIZHI, 2002; MILLAR, 2003; SÁ et al, 2007; CHIN e OSBORNE, 2008; ZÔMPERO e LABURU, 2011). Suas quatro competências - Contextualização, Investigação, Proposição e Comunicação - e a ordem em que elas são apresentadas são como um manual das etapas de um processo educacional de investigação. Vale a pena lembrar que investigações reais não seguem um modelo padrão (MOREIRA e OSTERMANN, 1993). Elas podem inverter ou intercalar etapas, podem não desenvolver algum passo ou podem contar com processos mais complexos do que os que estão descritos nessas quatro categorias. No entanto, no âmbito educacional, as quatro competências são suficientes para englobar os processos normais de uma investigação e coincidem com o fluxo comum de raciocínio usado na busca de soluções para problemas.

A MEI reflete os processos mentais de construção de conhecimentos, que se iniciam com um problema, seguem uma sequência de processos indagativos e reflexivos, e se conclui com a resolução do problema. Sua função é guiar professores e alunos em atividades pedagógicas investigativas, orientando-os sobre quais são os aspectos fundamentais a serem propostos, acompanhados e avaliados ao final do processo.

Como um produto do ensino por investigação, a MEI reflete as características essenciais dessa perspectiva (DEWEY, 1959; ZOMPERO e LABURU, 2011): I) Exploração de situações-problemas e a definição da pergunta ou problema a ser solucionado; II) Articulação de conhecimentos prévios na elaboração de hipóteses, explicações ou propostas; III) Coleta de dados por meio de experimentos ou pesquisas; IV) Elaboração de uma resposta, solução ou conclusão para resolver ou contornar a situação-problema; V) Comunicação dos resultados e descobertas, para compartilhar os novos conhecimentos com o grupo.

Para possibilitar seu uso integral por professores de qualquer disciplina científica escolar, a MEI foi construída de forma desvinculada de objetos do conhecimento. Essa estrutura que considera apenas competências e habilidades é ideal para o desenvolvimento de projetos de pesquisa onde o aluno tem autonomia

para atuar, e em especial, naqueles onde ele tem liberdade para selecionar o tema. No entanto, sua utilização no contexto de um tema específico a ser trabalhado em sala de aula pode ficar prejudicada, ao considerarmos que cada conteúdo conceitual pode se adequar melhor à uma estratégia diferente, como indicado por Munford e Lima (2007).

Nesse sentido é recomendável que o professor use a MEI ao planejar cada sequência didática, considerando o objetivo de cada bloco de aulas e quantas atividades serão desenvolvidas para alcançá-lo. O professor pode, dessa forma, ter uma visão ampla daquela proposta pedagógica e distribuir as competências e habilidades da MEI a longo daquele conjunto de aulas. Recomenda-se que toda sequência didática se organize com um momento de exploração de problemas (Contextualização), um momento de busca por informações (Investigação), um momento para a discussão de soluções (Proposição) e um momento final de comunicação entre os alunos e compartilhamento das aprendizagens (Comunicação). Dentro desta estrutura geral, o professor pode identificar facilmente em que aulas podem ser aplicadas atividades relacionadas a cada habilidade da MEI.

Não é necessário que todas as habilidades sejam contempladas em cada atividade, nem mesmo em cada sequência didática. É possível que, sobre um determinado conhecimento, seja inviável para os alunos proporem soluções para os problemas apresentados, assim como é possível que o professor não tenha tempo e espaço para promover um momento de comunicação adequada entre os alunos. O importante, para que o potencial da MEI seja alcançado, é que o professor se preocupe em trabalhar todas as suas competências e habilidades ao menos algumas vezes por ano. Ele poderia, por exemplo, propor um trabalho de pesquisa por bimestre e definir que a matriz será seu instrumento de avaliação. É esperado que, ao se tornarem cientes dos critérios de avaliação, os alunos se organizem espontaneamente para alcançá-los e buscar orientação do professor com suas dificuldades.

Outra possibilidade para o trabalho constante com a MEI, é seu uso como guia na elaboração de provas, testes e exames. Avaliações escolares são um dos principais espaços onde os estudantes devem articular e comunicar suas ideias e, dependendo de como a proposta ou questão é elaborada, diferentes competências e habilidades podem ser trabalhadas. No entanto, quando encarada como um

instrumento de medição do volume de conhecimentos acumulados a fim de aprovar ou reprovar um estudante, a avaliação perde todo o seu potencial formador. O professor precisa ter uma atenção especial com suas avaliações, encarando-as primariamente como instrumentos para a aprendizagem do aluno (BRASÍLIA, 2014). Para que tenha êxito, a implementação de uma matriz para o desenvolvimento de competências e habilidades no ensino depende intimamente de estratégias adequadas de avaliação. Quando o trabalho pedagógico estimula novas formas de pensar e agir, mas as avaliações continuam focadas na reprodução de conhecimentos, o esforço dos alunos permanece focado na memorização de conceitos.

Para valorizar práticas que trabalhem com competências, habilidades e objetos de conhecimento em conjunto, as avaliações também devem exigir a demonstração dessas três dimensões de objetivos. Podemos aproveitar o uso dos verbos na Dimensão dos processos Cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002) para orientar ao desenvolvimento de questões que levem os alunos a desenvolverem níveis superiores de raciocínio, como nas abordagens de Ferraz, Belhot (2010) e Paiva (2011). Ao invés de elaborar questões usando apenas verbos como “reconhecer”, “reproduzir”, “descrever” e “denominar”, que prezam pela memorização, diferentes habilidades podem ser exploradas com outros verbos. As quatro competências poderiam ser contempladas por enunciados e instruções usando verbos como os apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 12: Uso de verbos relacionados às competências e habilidades da MEI.**

<b>Verbos associados às competências e habilidades da MEI</b>
<b>C1: Contextualização:</b> converter, comparar, aplicar, etc.
<b>H1: Identificar situação-problema:</b> identificar, descrever, citar, etc.
<b>H2: Elaborar pergunta de investigação:</b> elaborar, formular, criticar, traduzir, transcrever, etc.
<b>H3: Transpor do real ao conceitual:</b> relacionar, comparar, explicar, analisar, desconstruir, etc
<b>H4: Relacionar diferentes saberes:</b> relacionar, comparar, diferenciar, exemplificar, analisar, avaliar, atribuir, desconstruir, integrar, etc
<b>H5: Transpor do conceitual ao real:</b> relacionar, aplicar, exemplificar, propor, executar, implementar, etc.

<p><b>C2: Investigação:</b> pesquisar, investigar, buscar, criticar, validar, confirmar, comparar, aplicar, usar, etc.</p>
<p><b>H6: Criticar e validar informações:</b> criticar, verificar, validar, comparar, selecionar, revisar, diferenciar, atribuir, checar, julgar etc.</p> <p><b>H7: Buscar informações científicas:</b> usar, investigar, pesquisar, comparar, selecionar, buscar, interpretar, desempenhar, experimentar, etc.</p> <p><b>H8: Usar procedimentos científicos:</b> selecionar, usar, executar, experimentar, implementar, desempenhar, etc.</p>
<p><b>C3: Proposição:</b> elaborar, propor, perguntar, prever, deduzir, inferir, criar, solucionar, etc.</p>
<p><b>H9: Formular hipóteses:</b> elaborar, propor, formular, prever, estimar, aplicar, etc.</p> <p><b>H10: Planejar investigações:</b> propor, produzir, formular, avaliar, planejar, organizar, elaborar, etc.</p> <p><b>H11: Prever resultados:</b> reconhecer, estimar, prever, inferir, julgar, etc.</p> <p><b>H12: Propor soluções:</b> concluir, elaborar, propor, formular, construir, planejar, aplicar, implementar, etc.</p>
<p><b>C4: Comunicação:</b> ler, escrever, comunicar, representar, interpretar, compreender, etc.</p>
<p><b>H13: Dominar a língua formal:</b> comunicar, interpretar, elaborar, formular, articular, revisar, etc.</p> <p><b>H14: Construir comunicação:</b> comunicar, elaborar, argumentar, resumir, parafrasear, explicar, revisar, generalizar, etc.</p> <p><b>H15: Dominar diferentes linguagens:</b> interpretar, elaborar, desenhar, expressar, representar, transpor, compilar, organizar, produzir, etc.</p> <p><b>H16: Produzir comunicações técnicas:</b> produzir, comunicar, descrever, argumentar, concluir, generalizar, etc.</p>

A escolha dos termos adequados é uma parte do trabalho de desenvolver comandos que conduzam o estudante a aplicar competências e habilidades, no entanto, o professor também deve se atentar para a formulação do enunciado como um todo. Um enunciado adequado deve abordar “uma única situação-problema e uma abordagem homogênea do conteúdo”, considerando “as informações previamente oferecidas” e apresentando “uma instrução clara e objetiva da tarefa a ser realizada” (BRASÍLIA, 2010 pp. 9-11). Em relação aos objetivos educacionais, uma avaliação é considerada adequada quando o conjunto das suas questões aborda o maior número possível de competências e habilidades. Ao formular um enunciado, o professor pode tentar prever o percurso que o estudante irá desenvolver e os processos mentais que deverá usar para cumprir plenamente com a proposta. A partir disso, é possível identificar as competências e habilidades que estão sendo contempladas e buscar um

balanceamento nos demais enunciados, de forma que todas as habilidades da MEI sejam perceptíveis em ao menos uma questão.

Ao contrário do que é defendido pela perspectiva da avaliação formativa, observa-se uma tendência ao desenvolvimento de avaliações objetivas, multidisciplinares, extensas e concentradas em poucos dias (BRASÍLIA, 2014). Diferentes estudos (TEIXEIRA et al, 2013; SILVA; MARTINS, 2014; MANCINI; CINTRA; MARQUES JÚNIOR, 2016) analisaram a complexidade cognitiva de questões como as do ENEM e demonstram que questões objetivas não são adequadas para avaliação de competências e habilidades avançadas. Em questões de julgamento, associação ou marcação de alternativas, por mais que os temas sejam complexos e o enunciado seja estimulante, é impossível ao aluno propor algo novo. Assim, são necessárias questões subjetivas e abertas para avaliar adequadamente como os estudantes desempenham habilidades mais complexas, como as de elaborar perguntas (H2), investigar (H7, H8), propor algo novo (H9, H10, H11, H12) e se comunicar (H14, H15 e H16).

A seguir cada competência, com suas habilidades, será explorada separadamente, com explicações mais aprofundadas e propostas pedagógicas relacionadas a cada objetivo educacional.

### **7.3. A COMPETÊNCIA C1: CONTEXTUALIZAÇÃO**

A competência “C1: Contextualização” (converter informações de fenômenos naturais em conceitos mentais e aplicar conceitos em situações reais), organiza as ações executadas no início de uma investigação, por meio de cinco habilidades:

**H1: Identificar situação-problema:** identificar uma situação-problema com impacto no cotidiano.

**H2: Elaborar pergunta de investigação:** traduzir uma situação-problema em uma pergunta que pode iniciar a busca por sua solução.

**H3: Transpor do real ao conceitual:** relacionar situações do mundo natural à conhecimentos científicos.

**H4: Relacionar diferentes saberes:** Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas.

**H5: Transpor do conceitual para o real:** aplicar informações científicas em situações reais do cotidiano.

“H1: Identificar situação-problema”, é a habilidade de perceber que um fenômeno afeta os seres vivos e que é possível intervir sobre ele para conhecê-lo melhor e/ou melhorar a qualidade de vida dos seres afetados. Uma situação-problema deve ser um fenômeno do cotidiano, que reflita os desafios que o estudante enfrentará em sua vida e desperte uma ânsia pela sua solução (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014). A problematização é um fator crucial, pois determinará o rumo das ações e acompanhará os alunos ao longo de todo o percurso. Esse problema deve ser do interesse do aluno, deve causar inquietação e motivá-lo a buscar respostas. Envolvidos na atividade e motivados a agir, os estudantes podem expressar sua autonomia e recorrer uns aos outros para em conjunto refletir, discutir, pesquisar, explicar e relatar seu trabalho (SÁ et al., 2007).

O problema pode ser apresentado como uma pergunta sem resposta e, além de ser instigador, deve ser contextualizado e passível de investigação pelo estudante. Situações-problema distantes do cotidiano como alguns aspectos de astronomia, átomos ou moléculas, podem ser impossíveis de serem investigadas diretamente por estudantes da educação básica. Em pesquisas sobre temas como esses, os alunos não têm opção a não ser recorrer a fontes indiretas de informações para conhecer o que sabe atualmente sobre o assunto e reproduzir esses conhecimentos. Uma estratégia para encontrar situações-problema que possam despertar investigações escolares é procurar no ambiente escolar ou familiar dos alunos. Identificar assuntos que afetem os tempos e espaços que os alunos frequentam, permite que eles busquem as informações diretamente, proponham métodos e conduzam investigações em primeira mão.

“Como podemos descobrir se temos predisposição à diabetes e infartos?” e “quem não se considera feminista é porque não entende o que é o feminismo?”, são

dois exemplos de perguntas que podem motivar investigações em primeira mão pelos alunos. São perguntas sem uma resposta definida, podem ser respondidas pelos alunos após coleta de dados direta e podem despertar o interesse, por se tratar da saúde ou opinião deles mesmos. Com algumas orientações do professor, os alunos podem usar procedimentos para coletar dados em poucos dias e trazer essas informações para discussão na próxima aula. Após esse envolvimento inicial, diversas propostas pedagógicas são possíveis e podem contar com alunos mais interessados em entender os fundamentos conceituais do que eles observaram na prática.

Um aspecto que pode gerar insegurança em docentes e dificultar o desenvolvimento de atividades investigativas é a perspectiva de trabalhar com perguntas para as quais eles não sabem as respostas. No entanto, no contexto do ensino por investigação, frequentemente o professor trabalhará com perguntas para as quais ninguém sabe a resposta ainda, porque ela não foi elaborada para aquele contexto. Como saber se um aluno tem predisposição à diabetes antes de conhecer seu histórico familiar da doença? Como saber a opinião da escola sobre um assunto antes de fazer a pergunta? Nesse processo, professor e alunos trabalham continuamente com proposição, teste de hipóteses e a noção de que não existem respostas certas ou erradas (apenas hipóteses, que são válidas até que sejam refutadas), aspectos inerentes da prática científica. Aqui, o que importa não são as respostas, são os processos de investigação.

Enxergar um problema, normalmente é o primeiro passo de uma investigação, mas a forma como o problema é encarado pode determinar se uma investigação é possível ou não. Chin e Kayalvizhi (2002) afirmam que algumas perguntas são investigáveis e outras não. Perguntas investigáveis articulam termos específicos, manipuláveis, detectáveis e mensuráveis, elas permitem observações, experimentos e coleta de dados de fontes diretas. A habilidade “H2: elaborar pergunta de investigação”, reflete esse processo de transcrever a situação-problema em uma sentença de fatores definidos que dão idéia de como encontrar a solução.

Perguntas como “deus existe?” e “os signos funcionam?” não permitem manipulação de variáveis, teste empírico de hipóteses ou coleta de dados originais (SWATTON, 1992). No entanto, é possível converter essas perguntas em investigáveis, submetendo-as a um processo de interpretação e definição: a) do

significado dos termos principais, b) de como os termos se relacionam e c) do tempo e espaço onde a investigação será feita. “Deus” pode ser definido como um ser místico (a), sua existência não pode ser provada, mas podemos questionar quantas pessoas acreditam nela (b) no ambiente onde os alunos convivem (c). Pode-se articular novamente a pergunta como: “qual a porcentagem de pessoas nessa escola que acreditam em seres místicos?”. Por um processo similar podemos detalhar a pergunta sobre signos como: “qual a taxa de correspondência entre as características psicológicas de uma pessoa e as características indicadas para ela em função do seu signo?”. Esse raciocínio pode ser usado desenvolvido no início qualquer trabalho de pesquisa, ao pedir que os alunos sempre elaborem a pergunta de investigação.

As outras três habilidades da competência “C1: Contextualização” buscam traduzir os processos científicos de compreender o mundo e propor melhorias para as condições dos seres vivos. “H3: Transpor do real ao conceitual”; “H4: Relacionar diferentes saberes” e; “H5: Transpor do conceitual para o real”, representam o trânsito de informações constantemente realizado nas ciências. Toda investigação parte de uma situação do mundo real que deve ser interpretada e levada ao mundo das ideias, conceitos e modelos explicativos. Nesse mundo das ideias o ser humano busca entender aquelas informações, buscando padrões, estudando suas variáveis e articulando as novas informações com experiências passadas e conhecimentos já estabelecidos. Como resultado desse processo a mente humana formula hipóteses, explicações, previsões e até meios de interagir com aquele fenômeno buscando resultados satisfatórios. Esses produtos da cognição passam posteriormente por um processo de articulação das ideias quando precisam ser comunicados ou criação de um produto quando precisam ser postos em prática. Assim, há um novo trânsito de informações, das ideias para a realidade.

Pedagogicamente as três habilidades podem ser usadas como parâmetros para o desenvolvimento de pesquisas, planejamento de atividades e elaboração de questões. Essas três habilidades são as que mais representam a escolha do nome da competência “C1: Contextualização”, e poderiam ser usadas como guia do planejamento de aulas mais próximas da vida dos estudantes. Após definir o tema da atividade, o professor deveria a) interpretá-lo do ponto de vista teórico, traduzindo os fenômenos para termos e explicações científicas, b) relacioná-lo com outros aspectos

do mundo, ou estudar seus componentes e as relações entre eles, e c) usar esses estudos como fundamento para uma explicação ou intervenção na realidade. Ou seja, buscar um tema na realidade, explorá-lo e produzir um resultado com aplicação na realidade. Usar essas três etapas como um roteiro padrão poderia dotar os mais diversos temas de aulas de mais significado e senso de utilidade para os alunos.

Ao trabalhar com procedimentos de separação de misturas, um professor de química poderia iniciar a discussão com problemas ambientais locais, como a poluição de massas de água da comunidade e explorar os conceitos de contaminação, misturas e separação. Durante esse processo relações com outros temas da realidade deveriam ser feitos, como explorar os processos de tratamento de esgoto e outros métodos de separação de misturas. Finalmente uma proposta de intervenção na realidade deveria ser elaborada a partir dos conhecimentos adquiridos, tais como: planejar uma intervenção no cenário explorado no início da aula; aplicar técnicas de purificação de água na escola ou nas casas dos alunos ou; propor um novo procedimento para a melhoria da qualidade de vida da comunidade local. Independente da proposta elaborada, os resultados deveriam ser compartilhados com a comunidade, seja por meio de cartazes na escola, por meio de divulgação para a comunidade ou mesmo uma saída a campo, para realizar uma intervenção no local do problema.

Em uma aula de física sobre circuitos elétricos, o professor poderia questionar sobre como os circuitos da sala de aula estariam organizados e pedir para que os alunos representassem a sala e esses circuitos em seus cadernos. Inicialmente os alunos iriam recorrer à habilidade “H3: Transpor do real ao conceitual”, pois teriam que investigar uma situação real (os elementos elétricos da sala, como interruptores, lâmpadas, tomadas e ventiladores) e transpor aquilo para o conceitual (um esquema em seu caderno, usando a representação adequada de circuitos elétricos). Para cumprir adequadamente com a atividade eles necessariamente usariam a habilidade “H4: Relacionar diferentes saberes”, pois teriam que articular conhecimentos (sobre a função de cada componente elétrico, como eles se relacionam e como devem ser organizados para funcionar). Posteriormente, o professor poderia pedir para que os alunos elaborassem um novo esquema ou construíssem uma maquete, onde todos os componentes elétricos pudessem ser desligados por um interruptor ao lado da

porta da sala. Considerando que essa situação já não exista originalmente, os alunos aplicariam a habilidade “H5: Transpor do conceitual ao real”, ao organizar seus conhecimentos em uma proposta de intervenção na realidade.

Ao desenvolver atividades investigativas, baseadas em competências e habilidades, as avaliações devem seguir os mesmos parâmetros. O foco aqui não seria constatar que o estudante representou corretamente cada detalhe das instalações elétricas escondidas nas paredes da sala, mas sim identificar quais habilidades ele demonstrou ter usado. Em atividades investigativas não há respostas certas, se o aluno propuser uma hipótese viável, ele alcançou o objetivo. Para definir os critérios da avaliação, o professor pode analisar quais habilidades aquela atividade envolve e definir os mais relevantes naquele contexto. Consultando a matriz, é possível notar que, além das habilidades H3, H4 e H5, outras estão envolvidas nessa atividade. Ao estudar a organização dos aparelhos da sala e tentar entendê-los, são desenvolvidas as habilidades H7 e H9; ao representar os circuitos usando as representações corretas, as H9, H15 e H16; e ao propor uma nova organização as H9, H12, H15 e H16. Assim, um professor poderia definir que os alunos que conseguirem interpretar as instalações (H3), representá-las adequadamente (H9 e H15) e proporem uma nova estrutura (H12 e H15) receberiam nota máxima. Nesta atividade, considerando que o uso correto das representações de circuitos é o foco da H15, além das competências e habilidades, os objetos de conhecimento curriculares também são trabalhados.

Com a exploração da competência “C1: Contextualização” é possível elencar algumas propostas concretas para aprimorar a atuação pedagógica de professores e atividades investigativas:

- Comece com uma situação ou problema do mundo real que afeta os estudantes e está ao alcance deles;
- Defina bem os critérios e elementos que serão investigados, e elabore uma pergunta instigadora que traduza a situação ou problema;
- Estabeleça a relação entre os elementos da situação ou problema com os conceitos teóricos científicos;

- Defina os elementos que constituem a situação ou problema e entenda como eles se relacionam entre si;
- Estabeleça relações entre aqueles conhecimentos e outros conhecimentos do mundo;
- Produza algo como resultado dessa investigação, seja um modelo explicativo, uma hipótese de resposta para uma pergunta, um produto ou um processo que solucione ou contorne a situação problema;
- Externalize o resultado da investigação, seja comunicando, expondo, produzindo algo ou aplicando suas descobertas no mundo real.

#### 7.4. A COMPETÊNCIA C2: INVESTIGAÇÃO

A competência “C2, Investigação” (pesquisar e validar informações por meio de processos, métodos e instrumentos científicos), envolve todo e qualquer procedimento de interação com o mundo natural ou com fontes de dados em busca de informações.

“C2: Investigação” possui três habilidades:

**H6: Criticar e validar informações:** verificar a validade de informações, comparando alternativas e selecionando a melhor solução para uma situação-problema.

**H7: Buscar informações científicas:** usar fontes de informações cientificamente válidas, como fontes diretas, textos técnicos, etc.

**H8: Usar procedimentos científicos:** selecionar e usar métodos e instrumentos científicos para a obter informações.

As habilidades H6 e H7 são similares, mas se referem a elementos diferentes de uma investigação. “H6: Criticar e validar informações”, diz respeito à relação entre o agente da pesquisa e as informações encontradas. Quando um estudante acessa diversas fontes de informação, questiona a veracidade do que encontrou, se preocupa com a confiabilidade do material e compara diferentes afirmações e pontos de vista, ele está desenvolvendo características da H6. Na “H7: Buscar informações

científicas”, o foco é a fonte de informações utilizada. Em investigações de cunho científico, fontes diretas e literatura técnica deveriam ser priorizadas, como observações diretas de fenômenos, entrevistas, experimentos controlados, análise de documentos, textos instrucionais e artigos científicos.

Ao mencionar experimentos controlados e observação de fenômenos no contexto educacional, é comum a professores e estudantes da educação básica pensar no laboratório de ciências. No entanto, muitas vezes a visão que se tem desse espaço não corresponde ao que deveria acontecer em um verdadeiro ensino por investigação.

Normalmente, os laboratórios escolares são usados para ensinar o que nós já sabemos sobre ciências, com a reprodução de conhecimentos pré-estabelecidos, como ocorre nas aulas em sala. Quando usado, o laboratório deve ter como foco o ensino de como os conhecimentos são obtidos, ou seja, ensino dos procedimentos de investigação. Transferindo a ênfase dos conteúdos para os processos científicos, os alunos poderiam adquirir as ferramentas para participarem da produção de conhecimentos, não apenas da sua reprodução. Outra mudança de atitude diz respeito ao abandono do ensino de conteúdos definidos, da demonstração de conceitos e da experimentação guiada pelo professor. Ao invés disso deveríamos prezar por atividades onde os alunos estudem conteúdos coletando evidências para propor explicações, onde apliquem, questionem e testem a validade de conceitos, e onde proponham observações e experimentos, em busca de resultados (DUSCHL, 2009).

Outro elemento que diferencia atividades demonstrativas de atividades realmente investigativas é interação entre os alunos. Como observado por Matoso e Freire (2013), em atividades não-investigativas as interações são esporádicas e focadas em reprodução de informações. Em atividades investigativas tanto a intensidade quanto a qualidade das interações são superiores. Os alunos se comunicam intensamente, discutindo o que sabem sobre o assunto, questionando, propondo hipóteses, métodos de investigação, discutindo os dados, negociando interpretações e compartilhando suas descobertas. Ao longo de todo o processo, eles se ajudam, se corrigem, trocam experiências e aprendem em conjunto.

Tamir (1990) classifica a complexidade de uma atividade investigativa pelo grau de liberdade dada ao aluno. Quando o problema, o objetivo e o procedimento são dados pelo professor, ficando a cargo do aluno apenas coletar os dados e tirar conclusões, temos uma atividade não-investigativa. Em casos mais extremos, o professor ainda conduz os alunos por todo o processo para que, ao final, eles façam uma observação específica ou encontrem uma resposta pré-definida. Em atividades investigativas o aluno pode ficar a cargo de diferentes etapas: identificação de problemas, formulação de hipóteses, escolha dos procedimentos, coleta de dados e formulação de conclusões. Quanto maior o grau de liberdade do aluno, mais complexa é a atividade investigativa, sendo que selecionar desde o tema da investigação caracteriza a complexidade máxima. Assim, considerando que o envolvimento dos alunos na investigação é um aspecto essencial nessa abordagem, é importante que o professor discuta com seus alunos a importância do tema estudado. Além de ajudar o educando a definir bem o problema e orientar sua investigação, isso ajuda a sensibilizá-lo quanto à importância de investigar o tema proposto.

A associação errônea entre atividades investigativas e aulas em laboratório também estão impregnadas livros texto e manuais de laboratório, que podem desenvolver visões distorcidas dos processos científicos de produção de conhecimentos. Comparando atividades investigativas autênticas com as atividades investigativas apresentadas em livros didáticos americanos, Chinn e Malhotra (2002) demonstram que, pela forma como apresentam a investigação científica, esses materiais formam nos alunos uma visão de Ciência simplista, como se fosse precisa, baseada em observações superficiais, com procedimentos certos, resultados bem definidos, sem influências externas e plenamente confiáveis. Nas suas análises, focadas no ensino fundamental e início do ensino médio, eles relatam que apenas 2% dos livros-texto possuem atividades que permitem aos alunos selecionar variáveis. Menos ainda permitem aos alunos planejar como controlar as variáveis, e apenas 17% contavam com a observação de mais de uma variável. Essas distorções ainda ocorrem em manuais de laboratórios, que não oferecem liberdade para que os alunos elaborem e conduzam investigações, se assemelhando mais a livros de receitas. Algumas mudanças deveriam acontecer nesses materiais, como mudar o foco das investigações para questões relevantes para os alunos, substituir os procedimentos por outros que permitam aos educandos identificar variáveis e desenvolver

procedimentos de coletas de dados, dar explicações depois das práticas, não antes, para que os estudantes procurem por padrões e desenvolvem explicações, e apresentar explicações aos outros alunos por meio de diversos formatos de comunicação (oral, pôster, escrita).

Qualquer professor pode perceber que atualmente, ao serem encarregados de uma pesquisa, os alunos de qualquer nível de ensino recorrem inicialmente a buscas na internet. Com a atual facilidade de acesso à informação, praticamente qualquer tema abordado na escola estará disponível na internet, em uma grande diversidade de páginas. Sítios eletrônicos de revistas científicas, bancos de dados, páginas de instituições de ensino e pesquisa disponibilizam informações de cunho técnico e científico, produto de investigações diretas, gratuitamente. Enquanto isso, sítios de divulgação científica, enciclopédias, páginas e blogs educacionais divulgam as informações científicas publicadas em outras fontes. Adicionalmente, redes sociais, páginas pessoais ou empresariais e uma grande variedade de outros sítios divulgam e reproduzem informações de forma pouco criteriosa e, constantemente, tendenciosa. Sendo a internet, a ferramenta mais usada para pesquisas escolares, devemos trabalhar com os alunos sobre a relação entre eles e suas fontes de informação. Não é necessário que alunos de nível médio dominem técnicas avançadas de pesquisa bibliográfica, mas é essencial que eles desenvolvam o senso crítico quanto ao que buscam e onde buscam.

Considerando sítios eletrônicos em português, um começo comum para uma pesquisa é a *Wikipedia*. Apesar de poder ser editada por qualquer pessoa, Giles (2005), em seu artigo na revista *Nature*, defende que os mecanismos de controle e revisão tornam a versão em inglês da enciclopédia virtual tão confiável quanto à tradicional e respeitada *Encyclopædia Britannica*. Navegando por alguns artigos da *Wikipédia* podemos encontrar extensas listas de referenciais bibliográficos e citações a fontes externas, mas isso não garante que aquelas informações sejam realmente fiéis às suas fontes originais e isenta de influências particulares. Em uma resposta corporativa, a *Encyclopædia Britannica* (2006) critica os métodos usados na pesquisa e refuta alegações da pesquisa na revista *Nature*. No texto-resposta são citadas práticas de vandalismo e inserção proposital de erros tendenciosos na *Wikipedia*, o que desperta dúvidas sobre sua credibilidade. O sentimento de incerteza que a leitura

dessas duas publicações pode despertar leva a um certo receio quanto à veracidade das informações encontradas em páginas colaborativas ou particulares da internet. Tal receio, no entanto, é justamente o sentimento que deveria ser cultivado pelo professor, pois pode motivar estudantes a buscarem informações mais confiáveis. Pesquisar em sites que organizam informações de forma didática, é um bom ponto de partida, mas em seguida as informações deveriam ser confirmadas, as fontes deveriam ser checadas, novos pontos de vista deveriam ser investigados e confrontados com os anteriores.

Pesquisas com temas muito abrangentes, como “desmatamento”, “radiação”, “corrupção” ou “conservantes” normalmente não direcionam o aluno a uma investigação real. Com temas genéricos qualquer conhecimento é aproveitável, sites de reprodução de conhecimentos são suficientes para compor um corpo de texto e estudantes não sentem necessidade de se aprofundar além desses materiais básicos. A maioria dos professores deve conhecer bem os resultados de investigações assim: pesquisas indiretas com longos trechos copiados de alguns poucos sítios virtuais, em especial daqueles que aparecem nas primeiras posições de ferramentas de busca quando se digita o tema proposto. Nesse tipo de pesquisa é certo que não foram consultadas fontes diretas e o professor dificilmente consegue diferenciar texto autoral de plágio, o que pode dificultar uma avaliação adequada da atividade.

É possível aprimorar essas propostas ao se espelhar nas práticas científicas de produção de pesquisas originais e de revisão de literatura. Ao lidar com pesquisas, é necessário ter a visão de que há uma pergunta de investigação a ser respondida, de forma que nem toda informação sobre um tema é útil. Investigações de problemas específicos e busca por soluções inovadoras exigem que fontes de dados mais diretos e propostas de ação alternativas sejam investigadas. Se o tema “desmatamento” for definido como uma pergunta de acordo com os critérios da habilidade H2 (elaborar pergunta de investigação), ele poderia exigir pesquisas muito mais significativas. Para responder a pergunta “Como foi a progressão do desmatamento no entorno do Distrito Federal nos últimos vinte anos?” os alunos poderiam recorrer a bancos de dados colaborativos, como os dos sítios *Apolo 11*, da página de visualização de dados do *Globe Program*, da página da *Agencia Espacial Americana (NASA)* ou mesmo de arquivos públicos de imagens de satélite como o *Google Earth*.

O tema “radiação”, poderia ser mais elaborado em algo como: “Há comprovação de que os equipamentos eletrônicos modernos de uso cotidiano emitem radiação prejudicial aos seres vivos?”. Ao questionar a existência de provas e evidências deixamos em xeque muitos sítios de conteúdo que apresentam conhecimentos prontos, desvinculados dos seus processos históricos de investigação e descoberta. Nesses casos o professor pode estimular os alunos a usarem páginas de divulgação científica, como o da *Scientific American Brasil*, *Pesquisa FAPESP*, *Scienceblogs Brasil*, *Universo Racionalista*, que compilam informações sobre diversos assuntos se preocupando com suas fontes acadêmicas. Ou até indicar sítios de busca de conteúdo acadêmico, como o *Google Acadêmico* e *Periódicos Capes*, onde textos técnicos e científicos sobre qualquer tema podem ser encontrados.

Pesquisas escolares normalmente são similares à artigos científicos de revisão de literatura, em relação a não recorrerem a fontes diretas de informações. No entanto, tanto trabalhos acadêmicos originais quanto de revisão possuem uma pergunta de investigação (H2), definem um procedimento de pesquisa (H8), reúnem informações em fontes apropriadas (H6) e elaboram uma conclusão (H12) que use as informações encontradas para responder a pergunta (H13 e H14). Exigir as seções de introdução com a pergunta de investigação, de metodologia com o delineamento da pesquisa e de discussão com a conclusão do estudante, em suas palavras, conduziria o estudante a elaborar um texto predominantemente original. Mesmo que ele reproduzisse informações de outras fontes na seção dos resultados, a exigência de elaboração de uma conclusão com suas palavras, o forçaria a articular aqueles dados em uma resposta para a pergunta, o que deveria gerar uma produção autoral.

Quando a habilidade H7 menciona fontes de informações científicas, ela também se refere à dados obtidos do contato direto com o fenômeno de estudo. Diversos métodos e procedimentos para coletar dados diretos podem ser usados, como entrevistas, questionários, experimentos em situações controladas, simulações, reprodução de técnicas em novos contextos, produção e teste de produtos ou processos, observação, registro e descrição de situações reais, etc. Entender esses procedimentos e as ferramentas usadas por eles e aplicá-los corretamente na coleta e análise de dados, são o foco da habilidade “H8: Usar procedimentos científicos”.

Em pesquisas de curta duração, elaborar uma proposta de pesquisa, coletar dados, analisá-los e propor uma solução para um problema pode ser inviável, dependendo da complexidade do tema proposto. No entanto em pesquisas com mais tempo ou em projetos para feiras de ciências, o professor pode definir o uso de ao menos uma estratégia de coleta de dados diretos como critério de avaliação. Obviamente, é necessário que o docente oriente seus alunos quanto à diversidade de métodos, suas aplicações, procedimentos e instrumentos. Com alguns encontros de orientação, professor e alunos em conjunto podem discutir o tema (H1) e a pergunta (H2) da investigação, as hipóteses (H9) dos alunos para solucionar o problema e definir a estratégia adequada de investigação (H10). Após isso cabe aos alunos executarem a pesquisa se atentando aos cuidados com a coleta e registro dos dados (H8).

Frente à pergunta “qual a taxa de estudantes da educação básica que cometem atos de corrupção?”, uma pesquisa indireta na internet poderia ser feita para caracterizar o que seriam atos de corrupção, gerando uma lista de ações, em seguida, um levantamento com a comunidade poderia identificar quantos alunos cometem aquelas ações. Para responder à pergunta “Quais alimentos industrializados consumidos por jovens são mais saudáveis, considerando corantes e conservantes?” poderia ser feita, primeiro uma identificação dos alimentos, com a comunidade, depois consultas aos seus ingredientes, e finalmente, pesquisas na internet para identificar os menos prejudiciais.

O nível de rigor metodológico de pesquisas de alunos deve ser modulado de acordo com a experiência dos alunos com esse tipo de investigações. No início de um período letivo, os estudantes poderiam se envolver em pesquisas curtas e serem deixados mais à vontade para definir seus métodos de investigação. Num primeiro momento o professor deveria se focar em estimular pesquisas de fontes diretas, pois o contato com o campo e coletas de dados por si só pode gerar aprendizagens e descobertas. Com o retorno das atividades se iniciaria o trabalho de discutir o rigor dos métodos e a confiabilidade dos resultados. Diversos conceitos poderiam ser discutidos em caráter formativo, como o de pré-teste dos métodos, coleta de dados por mais de uma pessoa, treinamento e padronização dos coletores de dados, seleção do grupo de estudo, repetições, definição de grupo controle e grupo experimental,

comparação de resultados entre grupos, minimização de influências externas, dentre outros. Promover momentos de apresentação das pesquisas e discussão dos métodos com a turma, seria uma forma de direcionar a atenção dos alunos para a metodologia de pesquisa, normalmente suprimida em trabalhos escolares.

Por mais que pesquisas com alto grau de rigor metodológico possam soar como algo além das capacidades de estudantes da educação básica, são divulgados nas mídias relatos de estudantes do ensino fundamental e médio que desenvolvem investigações surpreendentes quando estimulados.

Em 2011, um jovem americano de 13 anos chamado Aidan Dwyer, ao se questionar sobre o padrão em espiral das árvores e a função das folhas, imaginou que talvez aquele padrão estivesse relacionado com uma melhor captação de luz. Com materiais eletrônicos simples ele montou a mesma quantidade de pequenos painéis solares em duas maquetes, uma em formato de casa e uma em formato de árvore. Após medir regularmente a quantidade de energia captada por cada maquete, ele descobriu que sua “árvore solar” captou de 20 a 50% mais energia do que os painéis dispostos da maneira tradicional. O estudante do sétimo ano do ensino fundamental que desenvolveu o projeto para a feira de ciências da sua escola, posteriormente foi premiado pelo *American Museum of Natural History* e participou da Conferência *World Future Energy*, nos Emirados Árabes (Spitzcovsky, 2012).

Em 2012, cinco garotas do 9º ano do ensino fundamental de uma escola na Dinamarca perceberam que ao dormir com o telefone próximo de suas cabeças, tinham dificuldade de concentração no dia seguinte. Elas tinham interesse em investigar os efeitos da radiação emitida por celulares em humanos, mas como sua escola não possuía os recursos necessários, o experimento foi adaptado para identificar os efeitos de celulares em plantas. Após descobrirem que roteadores de Wi-Fi emitem o mesmo tipo de radiação dos celulares, elas montaram em uma sala, seis bandejas cheias com sementes de *Lepidium sativum* (um tipo de agrião) próximas a dois roteadores e seis em uma sala similar longe da radiação. Ao longo de 12 dias as sementes foram tratadas da mesma maneira, observadas, fotografadas, medidas e pesadas. Ao final do experimento elas perceberam que as sementes distantes dos roteadores germinaram e cresceram normalmente, enquanto as sementes próximas dos roteadores não haviam crescido, ou haviam morrido. Além da feira de ciências da

escola, as meninas foram premiadas em uma feira regional e chamaram atenção da comunidade científica, a ponto de pesquisadores demonstrarem interesse em repetir os experimentos em condições profissionais controladas (SAVEDGE, 2013).

No Brasil, diversos exemplos de experimentos estudantis inovadores podem ser encontrados nos meios de comunicação, como o dos garotos do Rio Grande do Norte, que em 2013 desenvolveram um revestimento à base de cera de abelha para conservação de frutos. Em um ambiente de grande calor e seca, a deterioração rápida de frutos prejudicava os produtores e consumidores locais. Após aprender sobre o uso de cera de abelhas para preservação de múmias no antigo Egito, eles investigaram as propriedades de substâncias que poderiam ser usadas como conservantes. Após diversos testes, eles desenvolveram uma solução que ao ser usada para revestir frutos foi capaz de mantê-los próprios para o consumo por até 75 dias, enquanto frutos não revestidos duraram em torno de uma semana. Mesmo não sendo premiados nas feiras de ciências escolares e locais eles receberam prêmios na maior feira de ciências do Brasil, enquanto buscavam a patente e comercialização do seu produto (GLOBO, 2013).

Após as considerações sobre a competência “C2: Investigação” algumas conclusões podem ser feitas para balizar o trabalho docente de orientação das investigações dos seus alunos:

- Tenha sempre em mente a pergunta da investigação, para identificar os métodos de investigação mais adequados;
- Questione as informações que encontra;
- Tente confirmar informações, verificando as fontes citadas, procurando novas fontes, novas opiniões, visões contrárias e repetindo testes;
- Questione, discuta e avalie a confiabilidade e imparcialidade dos métodos e critérios usados em pesquisas;
- Busque informações de fontes diretas, no local onde a situação problema ocorre;
- Observe, meça, pese, fotografe, registre, descreva, compare, etc.

## 7.5. A COMPETÊNCIA C3: PROPOSIÇÃO

A competência “C3: Proposição” (elaborar hipóteses, respostas, conceitos, processos ou produtos que busquem solucionar uma situação-problema) envolve quatro habilidades:

**H9: Formular hipóteses:** elaborar hipóteses ou modelos explicativos que ofereçam soluções viáveis para situações-problema.

**H10: Planejar investigações:** propor ou avaliar estratégias para atingir um objetivo ou solucionar uma situação-problema.

**H11: Prever resultados:** reconhecer padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever evolução ou resultados de processos.

**H12: Propor soluções:** elaborar argumento, conclusão ou solução concreta para situações- problema, apoiado em evidências e informações cientificamente válidas.

“C3: Proposição” articula habilidades que envolvem relacionar conhecimentos para criar algo novo. Articular perguntas, propor respostas, planejar ações, fazer previsões, argumentar, concluir ou criar algo novo para alcançar um objetivo. Proposição foi posicionada após Contextualização e Investigação, e antes de Comunicação, mas não representa uma etapa contida após a pesquisa, que deve ser ultrapassada para que se possa divulgar as descobertas. “C3: Proposição” é uma compilação de todos os momentos de uma investigação onde algo deve ser criado ou desenvolvido pelos investigadores. Como apontado por Moreira e Ostermann (1993), as investigações podem ser feitas de inúmeras maneiras, assim esta competência e suas habilidades se relacionam a diversas outras etapas e podem ser usadas a qualquer momento.

Ao refletir sobre uma investigação, é possível perceber que em cada etapa há processos de proposição. Nos primeiros contatos com o tema de estudo, a elaboração

de uma pergunta de investigação (H2) que se preocupe com a definição dos termos da pesquisa é um ato de criação. Antes mesmo de iniciar a pesquisa prática, no campo das ideias, o investigador pode refletir sobre a pergunta e o fenômeno e começar a elaborar hipóteses de respostas (H9), espontaneamente. Para confirmar suas expectativas é necessário colocar uma investigação em prática, mas antes disso, pode-se planejar a investigação (H10), prevendo os resultados de ações (H11) e selecionando os melhores procedimentos para atingir o objetivo. Depois da coleta dos dados uma interpretação deve ser dada a eles (H12). O que os dados nos mostram? Ao final da investigação, qual foi a conclusão do processo? A hipótese foi confirmada ou refutada? Uma solução para o problema foi encontrada?

A “H9: Formular hipótese”, é uma habilidade que se relaciona intimamente com competência “C1: Contextualização”, em especial com a “H2: Elaborar pergunta de investigação”. Quando um aluno elabora uma pergunta simples e não-investigável (CHIN e KAYALVIZHI, 2002), como “por que devemos lavar as mãos?” ou “porque faz calor?”, a relação entre as duas competências não é tão evidente. Nesses casos, o aluno demonstra não possuir os conhecimentos básicos sobre os temas, de forma que para solucionar sua dúvida uma pesquisa rápida em fontes secundárias de informação é suficiente. No entanto, quando uma pergunta é elaborada adequadamente, com a definição de elementos de uma investigação, pressupõe-se que aquele que pergunta tem algum conhecimento sobre o fenômeno e conseqüentemente já tem idéia de uma possível resposta. Ao elaborar melhor a primeira pergunta, em algo como “qual a maneira mais eficiente para higienizar as mãos no dia-a-dia?” o aluno demonstra já ter algum conhecimento sobre microorganismos, seus efeitos nocivos à saúde e sobre técnicas de higienização. Ao elaborar a pergunta é possível que tal aluno já tenha em mente algumas técnicas de higienização e, inclusive, já consiga prever quais seriam mais eficientes que outras.

Mesmo que o estudante não saiba como solucionar um problema, estimulá-lo a elaborar hipóteses pode ser um exercício que o estimule a articular seus conhecimentos e raciocinar sobre a situação problema. Trabalhando com a visão de que todas as respostas são válidas e que todas soluções merecem ser testadas, pode-se criar um ambiente colaborativo e construtivo de propostas de soluções para problemas.

Se o professor explora a pergunta sobre calor e percebe que ela tem relação com as altas temperaturas no interior da sala da aula, por que não a transformar em uma investigação sobre soluções para o problema? Por meio de uma pergunta como “Que estratégia de baixo custo poderia ser usada para diminuir a temperatura no interior da sala de aula?”, os alunos poderiam ser estimulados a formular hipóteses de intervenções práticas na realidade. Nessa atividade qualquer hipótese seria válida, mas deveria ser investigada para uma melhor formulação da proposta. Seria possível revestir as telhas com caixas laminadas de bebida, acoplar umidificadores caseiros aos ventiladores, plantar árvores ao redor da sala ou instalar películas nas janelas. Cada turma poderia investigar, aplicar e avaliar os resultados, e os resultados poderiam ser comparados entre as salas, para a escolha do melhor método. Propostas pedagógicas como essa poderiam mobilizar várias turmas e fornecer oportunidades para o desenvolvimento de diversas competências, habilidades e objetos de conhecimento. Professores de diferentes áreas poderiam se aproveitar de variados aspectos do trabalho de cada turma para trabalhar conteúdos curriculares, aspectos metodológicos científicos e aspectos sociais da interação entre os alunos.

A “H10: Planejar investigações” se assemelha muito com a habilidade “H8: Usar procedimentos científicos”, da competência “C2: Investigação”. A diferença entre elas é que a décima habilidade representa o aspecto mais criativo de propor uma investigação considerando o objetivo pretendido, enquanto a oitava representa a execução adequada dos procedimentos. As duas representam aspectos diferentes de uma investigação, mas interdependentes. Sem o planejamento adequado os procedimentos podem resultar em dados que não respondem à pergunta, enquanto isso, uma estratégia perfeita com uma execução falha podem não alcançar os resultados necessários. A H10 também está intimamente associada à “H11: Prever resultados”, pois a decisão sobre que ações tomar, envolve constantes processos de raciocínio sobre suas consequências e resultados. Apesar de ser possível identificar evidências de cada uma em diferentes momentos de uma investigação, um professor pode avaliar as três habilidades em conjunto ao interagir com seus alunos para discutir a metodologia das suas pesquisas.

Um professor poderia estimular seus alunos a proporem experimentos de higienização das mãos. Usando materiais caseiros como tampas de potes, gelatina e

caldo de carne é possível improvisar placas de meio de cultura para crescimento microbiano. Após explicar como manipular, inocular e cultivar microrganismos nas placas, o professor poderia discutir com seus alunos sobre como usar aquele instrumento para comprovar se diferentes meios de higienização das mãos são mais ou menos eficientes do que outros. Frente às propostas de experimentos dos alunos, o professor poderia trabalhar os conceitos metodológicos já citados na H8. Que tal dividir uma mesma placa em diferentes seções, uma de controle negativo, que não seria inoculada, uma de controle positivo, inoculada com um dedo sujo, e cada outra seção com um tratamento diferente: dedo lavado com água e sabão, dedo limpo com álcool, dedo limpo com sabonete antibactericida, etc. As possibilidades de trabalho e discussão são muitas, mas o professor deve sempre se atentar para cuidados com o manejo, esterilização, descarte adequado e segurança dos alunos em trabalhos com material biológico.

“H12: Propor soluções” envolve uma das etapas finais de qualquer processo investigativo, o momento onde todas as informações adquiridas devem ser articuladas e receber um sentido. Esse sentido pode ser um argumento que obteve respaldo nos dados concretos pesquisados e será defendido com propriedade; pode ser uma conclusão que define se a hipótese foi confirmada ou refutada, depois da análise de uma série de informações; ou pode ser uma solução para uma situação-problema, resultado do desenvolvimento de uma idéia, aplicação, testes e verificação de que aquilo é válido e funcional. “H12: Propor soluções” é uma habilidade que se relaciona com a competência “C4: Comunicação”, em especial, nos aspectos de produzir argumento ou conclusão. As matrizes de objetivos educacionais analisadas (PAS, ENEM, PCN) definem as características dessa habilidade como objetivos da área de linguagens, códigos e redação, indicando que tanto nas ciências quanto nas linguagens, a capacidade de articular ideias em defesa de argumentos, formular conclusões e propor soluções são importantes.

Apesar de estudantes da educação básica associarem soluções para grandes problemas a momentos epifânicos de inspiração ou a mentes geniais, fenômenos inalcançáveis para eles (MILLAR, 2003), devemos trabalhar com a possibilidade de solucionar problemas pelo estudo e dedicação. Exemplos de jovens fazendo descobertas e inovação não são difíceis de encontrar, vide os casos dos experimentos

com painéis solares, crescimento de plantas ou revestimento de frutos. Muitos outros exemplos que podem inspirar alunos e professores a investigações reais e inovadoras podem ser encontrados nos registros de edições anteriores de prêmios científicos como a *Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente*, o *Prêmio Criativos da Escola*, o *Prêmio Respostas para o Amanhã*, a *Feira Brasileira de Ciência e Engenharia*, a *Google Science Fair* e o prêmio *Village to Raise a Child*.

Analisando histórias de jovens que desenvolveram pesquisas inovadoras é possível perceber elementos em comum entre elas: 1. Os jovens trabalharam sobre problemas da sua vida, daqueles ao seu redor ou do seu ambiente (H1); 2. Eles definiram uma pergunta (H2) para motivar sua investigação, uma proposta de solução (H9) ou um objetivo a ser alcançado (H11); 3. Eles não se contentaram com as informações disponíveis sobre aquilo (H4), buscaram informações pelo contato direto com o fenômeno (H6, H7, H8); 4. Eles aplicaram conceitos na prática (H5), testaram suas ideias (H10) e analisaram de forma criteriosa os resultados dos seus estudos (H12). Nesses casos, e em muitos outros pode-se atribuir a solução de problemas, muito mais ao trabalho e estudo do que à inspiração.

Aqui é possível tecer algumas considerações gerais sobre a competência “C3: Proposição” para orientar docentes:

- Antes de uma investigação, trabalhe no campo das ideias, elaborando bem a pergunta, a hipótese e planejando a pesquisa;
- Ao trabalhar com problemas, a hipótese pode ser uma possível solução a ser testada;
- Ao planejar uma investigação tente prever seus resultados
- Após investigar formule uma conclusão e proponha soluções para a situação-problema.

## 7.6. A COMPETÊNCIA C4: COMUNICAÇÃO

A competência “C4: Comunicação” (usar, interpretar e compreender diferentes linguagens e formas de comunicação) se relaciona com todas as formas de interação, apresentação e troca de ideias ao longo de uma pesquisa. Ela envolve quatro habilidades:

**H13: Dominar a língua formal:** demonstrar domínio da modalidade formal da língua portuguesa oral e escrita, entendendo e se fazendo entender.

**H14: Construir comunicação:** elaborar comunicação coesa, coerente e com progressão temática, necessárias à construção da argumentação.

**H15: Dominar diferentes linguagens:** Usar e compreender diferentes formas de comunicação não textual, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas etc.

**H16: Produzir comunicações técnicas:** produzir comunicações técnicas, descritivas e analíticas, próprias das ciências.

A habilidade “H13: Dominar a língua formal”, agrupa as capacidades de captar, interpretar e articular idéias, entendendo e se fazendo entender, característica da pessoa alfabetizada em uma língua. Desenvolve adequadamente esta habilidade, aquele que é capaz de identificar o sentido geral, os elementos centrais e os periféricos, ao obter informação (BRASÍLIA, 2017), e aplicar adequadamente a norma formal da língua, ao produzir comunicação (BRASIL, 2016b). A habilidade “H14: Construir comunicação”, envolve aspectos mais complexos de letramento, relacionados à articulação de uma comunicação coesa, coerente e com progressão temática (BRASÍLIA, 2017). As duas habilidades podem parecer similares, mas a primeira trata de aspectos mais básicos do saber ler, escrever e falar, enquanto a segunda se associa à uma apropriação mais plena das consequências e potencialidades sociais da comunicação, aspectos que Soares (2003) diferencia por meio dos conceitos de alfabetização e letramento, respectivamente.

Ambos os conceitos são necessários em todas as etapas de uma investigação, desde o momento onde os discentes recebem orientações e devem interpretá-las para desenvolver o que é pedido, até as etapas finais, onde eles apresentam suas descobertas, propõem uma conclusão e argumentam em sua defesa. Nesses dois momentos é mais evidente ao professor o uso dessas habilidades, de forma que ele poderia avaliá-las, no início, constatando se os alunos entenderam e executaram corretamente a atividade, e no final, analisando o quão bem ele conclui e apresenta sua investigação. Mesmo que menos evidente, a comunicação é um processo constante e ao longo de toda investigação e deve ser estimulada pelo professor para garantir um processo coletivo e contínuo de compartilhamento de descobertas e aprendizagens. Momentos de relatos de práticas, de apresentação de resultados e de trocas de idéias, poderiam simular os processos sociais que, de acordo com Dewey (1959), são responsáveis pelo desenvolvimento cultural humano. Nesse caso, poderiam estimular uma cultura da investigação entre os alunos.

“H15: Dominar diferentes linguagens”, está relacionada à leitura, compreensão, interpretação e uso apropriado de formas não textuais de comunicação, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas, mapas, modelos, esquemas etc. Os meios de comunicação técnicos, publicitários e pedagógicos frequentemente apresentam informações de forma não textual, de modo que a compreensão dessas linguagens atualmente é uma capacidade necessária para a compreensão do ambiente e vida em sociedade. No ensino de ciências, constantemente componentes curriculares se utilizam de representações estruturais de moléculas, equações matemáticas e químicas, o que exige que o professor trabalhe com seus alunos a capacidade de interpretar e representar tais elementos. No entanto, muitas representações não verbais (como equações matemáticas) são usadas quase que exclusivamente em contextos educacionais formais, enquanto outras (como infográficos) que são muito comuns nas mídias sociais, não são usados nas salas de aula. Sendo a escola uma preparação para a plena atuação em sociedade, este trabalho defende que as formas de comunicação sejam diversificadas na sala de aula.

Todo professor de ciências deveria estimular o desenvolvimento da capacidade de comunicação de seus alunos, se aproveitando das formas como as ciências são discutidas atualmente na sociedade. Na era do excesso de informação, percebemos

uma redução na extensão dos textos e uso cada vez mais frequente de formas gráficas de comunicação, como imagens, vídeos, infográficos, memes, mapas conceituais e ícones. A resistência e desinteresse de alunos pela leitura de textos pode ser percebida facilmente tanto em leituras conjuntas na sala de aula, quanto em estudos individuais de livros-texto. Este trabalho não diminui a importância do estímulo à leitura, mas sugere que essas novas formas de comunicação deveriam ser exploradas.

No início de uma aula, a apresentação de uma situação problematizadora ajuda a despertar o interesse e envolvimento dos alunos para uma proposta pedagógica. No entanto, ao invés de usar um texto sobre o aquecimento global ou sobre problemas respiratórios, o professor poderia apresentar gráficos da variação de temperatura média do planeta nos últimos séculos ou da variação de concentração de carbono e alteração de pH na circulação sanguínea. Com uma breve introdução e sensibilização os alunos poderiam ser motivados a interpretar aquelas informações e elaborar hipóteses para explicar aqueles fenômenos. Como trabalho de aprofundamento sobre o tema atrito, o professor de física poderia pedir a produção de uma vídeo-aula, diferente do modelo de ensino tradicional, para levar os alunos a estudarem o tema e explorarem diferentes maneiras de representar e comunicar os fenômenos envolvidos. Ao trabalhar pirâmides etárias e outras formas de representação populacional, o professor de geografia, poderia solicitar que os alunos coletassem dados da turma para montar uma representação gráfica daquele contexto.

A última habilidade da matriz educacional proposta, “H16: Produzir comunicações técnicas”, se relaciona com a culminância dos processos investigativos, a produção final que servirá para divulgar o trabalho e seus resultados. A atividade investigativa pode ser compilada em um documento ou exposição oral, para apresentação da pesquisa ao professor e aos demais alunos. Dependendo da forma como for estruturada, a comunicação pode trazer informações sobre todas as etapas do processo de pesquisa e servir como fonte de dados para que o professor avalie diversas competências e habilidades. A habilidade H16 reflete as características de uma comunicação científica: a capacidade de compilar informações em uma linguagem técnica, direta, objetiva e sucinta; a identificação de um problema, o planejamento e procedimentos adotados para solucioná-lo; os critérios e cuidados

com a coleta de dados; a análise imparcial dos resultados; e a proposta de uma solução ou conclusão bem embasadas nas descobertas.

Como nos trechos anteriores, elencamos propostas pedagógicas baseadas na exploração da competência “C4: Comunicação”:

- Leia informações, mas também as interprete e trabalhe com elas: relacionando, reorganizando, exemplificando, aplicando em outras situações, etc;
- Fundamente seus argumentos em evidências e aceite as evidências que derrubam os argumentos;
- Trabalhe com formas variadas de comunicação e estimule os alunos a interpretá-las;
- Explore as novas formas de comunicação usadas na sociedade e nas mídias em sua prática pedagógica;
- Use as seções de trabalhos científicos (introdução, metodologia, resultados, discussão e conclusão) é uma estratégia para conduzir estudantes a produzirem textos técnicos.
- Explore e simule ambientes e ferramentas de comunicação científica, como eventos e feiras de ciências, artigos e grupos de discussão.

## **7.7. APROVEITANDO AS FEIRAS DE CIÊNCIAS**

Frente a todas as dificuldades que os professores encontram no seu dia a dia, é compreensível que haja resistência a novas propostas educacionais, mesmo que promissoras. Promover alterações no planejamento, execução e avaliação das aulas pode parecer inviável, considerando as limitações do calendário escolar, o volume de assuntos curriculares e as demandas institucionais por avaliações, notas e controle de presença. Além de todas as demandas internas da disciplina de cada professor, ainda existem demandas mais abrangentes, relacionadas aos projetos da escola como um todo, como feiras, mostras, festivais, gincanas, jogos e atividades de datas

comemorativas. Apesar disso, considerando o teor multi e interdisciplinar desses projetos, a importância atribuída a eles pela comunidade escolar e a possibilidade de explorar diferentes tempos, espaços e organizações escolares, é possível vê-los como as oportunidades ideais para iniciar o trabalho com novas possibilidades educacionais.

Dessa forma, é possível explorar o espaço das feiras de ciências escolares para desenvolver uma proposta de ensino por investigação em todo o seu potencial. Feiras de ciências normalmente ocorrem como atividades paralelas às disciplinas, com alunos orientados por professores, mas agindo de forma autônoma na pesquisa de um tema para apresentação em um momento final de culminância. Apesar dessas características serem ideais para o desenvolvimento de investigações nos moldes científicos, ainda se observa a reprodução das práticas de sala de aula, com professores definindo os temas e os processos de pesquisa, alunos pesquisando informações indiretas em fontes secundárias, memorização e reprodução de conhecimentos (LIMA; FLORENÇO; VASCONCELOS, 2013). Como forma de romper com o modelo de reprodução de conhecimentos e valorizar a atuação de estudantes na identificação e solução de problemas, sugerimos uma proposta de feira de ciências baseada na MEI.

Esta proposta para feira de ciências é organizada por meio guias para estudantes que irão orientá-los na produção de quatro materiais de apresentação, acompanhamento e avaliação das suas pesquisas: o Diário de Bordo, o Pré-Projeto, o Projeto Final e o Pôster. Os guias, disponíveis nos Apêndices 2 a 5, tem como objetivo conduzir os estudantes à desenvolverem pesquisas originais com coleta de dados diretos e, com isso exercitar todos os objetivos educacionais da MEI. As orientações foram elaboradas a partir dos princípios do ensino por investigação e de experiências de orientação de projetos para feiras de ciências no ensino médio, contando com instruções voltadas principalmente para os alunos.

A seguir são apresentadas instruções gerais para os professores sobre como estruturar a feira de ciências e como utilizar as orientações disponíveis neste trabalho.

Uma feira de ciências sob a perspectiva do ensino por investigação é um espaço, antes de tudo, de liberdade para o estudante atuar de forma autônoma no

seu aprendizado. Apesar dos instrumentos de apresentação da sua pesquisa serem definidos e eles terem que se preocupar com o rigor metodológico, os estudantes devem ter total liberdade para escolher o tema, definir sua abordagem investigativa, coletar dados, interpretar resultados e enriquecer sua apresentação no dia da feira de ciências.

Investigações reais demandam tempo, assim é recomendável que os alunos definam seus temas, recebam os primeiros roteiros de atividades (Orientações 1 e 2) e iniciem suas pesquisas em torno de dois meses antes da data da feira de ciências. Pode ser feita uma sugestão de planejamento semanal das atividades que os estudantes devem desenvolver. Um exemplo é apresentado no quadro 11.

**Quadro 11. Exemplo de cronograma para acompanhamento de projetos de pesquisa para feira de ciências.**

Semana 1. Definição do tema e da pergunta de investigação. Pesquisa inicial sobre o tema. Início da produção do Diário de Bordo.

Semana 2. Elaboração da hipótese e da metodologia. Orientação com o professor.

Semana 3. Início da coleta de dados. Elaboração do Pré-projeto.

Semana 4. Coleta e análise de dados. Entrega do Pré-projeto.

Semana 5. Coleta e análise de dados. Devolutiva do Pré-projeto e orientação com o professor.

Semana 6. Coleta e análise dos dados.

Semana 7. Últimas análises e elaboração do Projeto Final. Orientação com o professor.

Semana 8. Entrega do Projeto Final. Elaboração do Poster de apresentação.

Semana 9. Devolutiva do Projeto Final. Apresentação do esboço do pôster e orientação com o professor. Ajustes finais. Impressão do Poster e preparação para a feira.

Semana 10. Feira de ciências. Entrega do Diário de Bordo. Avaliações finais.

## 8. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reflexão sobre o trabalho pedagógico no ensino médio e sobre o seu papel, como etapa final da educação básica, revela que existem diferentes visões quanto ao que deveria ser seu foco. Os documentos norteadores da educação nacional pregam uma formação integral do futuro cidadão, com o pleno desenvolvimento das capacidades necessárias para a sua atuação em sociedade. Para a sociedade, o foco desta etapa da escolarização deveria ser a preparação dos jovens para o ingresso no mercado de trabalho e em universidades. Enquanto isso, para as universidades e para a literatura educacional, o foco deveria estar no desenvolvimento de competências e habilidades, capacidades mentais relacionadas à autonomia. Pode parecer que não há um consenso entre esses grupos, mas os documentos oficiais analisados neste trabalho revelam que todos falam sobre os mesmos aspectos.

A LDB e todos os documentos norteadores da educação nacional decorrentes dela defendem que o ensino médio tem a responsabilidade de concluir a educação básica, preparando para a vida e capacitando para o aprendizado permanente. Os documentos, em consonância com a literatura educacional, fazem um apelo à um modelo de ensino pautado na interdisciplinaridade, na contextualização de conteúdos e na instrumentalização do educando para aprender a aprender continuamente. Se apoiando nos valores da UNESCO, “aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser”, os PCN defendem que o ensino pode atingir seus objetivos ao se pautar em formas de pensar e de agir, ou seja, competências e habilidades.

Quando nos referimos à exames vestibulares no Distrito Federal consideramos principalmente o PAS, que dá acesso à Universidade de Brasília, e o ENEM, que possibilita o ingresso em universidades de todo o país. Ambos os exames são pautados nos documentos legais já citados e em referenciais teóricos que também defendem o ensino por meio do trabalho com múltiplas dimensões de objetivos educacionais, os conteúdos conceituais (objetos de conhecimento), atitudinais (competências) e processuais (habilidades). As avaliações de ambos os exames

consideram, além de conhecimentos formais, formas diversas de raciocinar e de propor soluções para problemas.

Os objetivos educacionais e as referências à competências e habilidades nesses documentos indicam grande incentivo a propostas onde o estudante seja um agente ativo na sua aprendizagem. Pressupostos muito similares aos da pedagogia de John Dewey e do ensino por investigação, onde há grande valorização ao caráter ativo, participativo e colaborativo do ensino. Nessas perspectivas o aluno deve agir sobre situações e problemas concretos e reais, que o estimulem a pesquisar e buscar soluções. Orientados pelos professores, os alunos devem investigar o fenômeno, desenvolvendo processos similares aos usados por cientistas, para obter informações e propor respostas ou soluções concretas. Ao longo do processo, por meio da interação com seus pares, professores e objetos de estudo, o educando vivencia diversas experiências que contribuem para a aquisição de conhecimentos, atitudes e procedimentos diversos, característicos de uma educação integral.

Ao constatar que os exames, as diretrizes e a literatura educacional defendem a mesma visão de educação, nos voltamos para as escolas e percebemos que ela parece alheia a todas essas influências. Frente à reprodução de modelos de ensino ultrapassados, pautados na transmissão de conhecimentos definidos para estudantes passivos, diversos autores defendem que a formação de professores é uma das principais causas da dificuldade de renovação das práticas pedagógicas. A partir dessa percepção, concluiu-se que é necessário um trabalho de formação continuada de educadores, para permitir que eles adotem estratégias de ensino que desenvolvam em seus alunos as características esperadas ao final da escolarização.

A reflexão sobre a atuação docente leva a uma extensa literatura que concorda sobre a formação inadequada oferecida por cursos de licenciatura. Visões distorcidas quanto ao papel da ciência, os métodos investigativos e atuação dos cientistas formam professores que não entendem como desenvolver investigações em sala de aula ou não conseguem superar a falta de recursos, tempos e espaços específicos. Mesmo quando todos esses recursos estão disponíveis, atividades diversificadas podem ser raras e seguem um padrão muito distante do real processo investigativo. Normalmente os estudantes seguem um protocolo experimental, reproduzem um fenômeno simples e medem valores pré-estabelecidos como forma

de complementar conceitos que foram previamente trabalhados em sala de aula, de forma expositiva e sem sua participação na escolha do tema.

Mesmo que tenham elementos de definição de um problema, articulação de conhecimentos, proposta e teste de hipótese e comunicação de resultados, essas práticas estão muito distantes de um verdadeiro ensino por investigação e não contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas do pensamento crítico e raciocínio científico. Alcançar o desenvolvimento das competências e habilidades almejadas exige dos professores uma mudança de visão quanto às práticas educacionais de ciências. A partir dessa mudança de pensamento, podemos nos voltar para os objetivos educacionais específicos das ciências.

O estudo de diferentes formas de organizar objetivos educacionais revelou que estruturas de matrizes de competências e habilidades se difundiram após a reformulação da LDB em 1996 e a publicação dos PCN em 2000, sendo amplamente utilizadas em exames vestibulares atuais. Buscando atingir professores da educação básica, de qualquer disciplina de cunho científico, este trabalho se empenhou no desenvolvimento de uma matriz de competências e habilidades das ciências, desvinculada de objetos de conhecimento. A análise de conteúdos atitudinais e processuais presentes na literatura relacionada a John Dewey, ao ensino por investigação, à LDB, aos PCN, ao ENEM, ao PAS e à taxonomia de Bloom revisada, revelaram diversos pontos em comum, de forma a permitir compilação de características recorrentes e a formulação de uma nova matriz.

Com quatro grandes competências e dezesseis habilidades baseadas nas características mentais e processuais do ensino por investigação, uma matriz de objetivos educacionais foi elaborada. O instrumento, denominado de MEI, articula quatro competências - contextualização, investigação, proposição e comunicação - de forma a representar o fluxo comum de processos educacionais de investigação, iniciados com a apresentação do problema que mobiliza os estudantes, os leva a pesquisar o tema e resulta em soluções que devem ser comunicadas. Dentro de cada uma, de três a cinco habilidades, indicam quais características processuais são ou deveriam ser desenvolvidas pelos educandos ao desenvolverem investigações com características científicas.

A partir da MEI, todos os processos pedagógicos de uma disciplina podem ser articulados, desde o planejamento das atividades, ao longo do desenvolvimento e acompanhamento do trabalho, até a avaliação das aprendizagens. Sendo desvinculada de objetos de conhecimento, a matriz pode ser adequada para diferentes realidades, disciplinas e propostas pedagógicas, de acordo com suas necessidades e temáticas específicas.

Compreendendo que a mera apresentação de uma ferramenta não é suficiente para instrumentalizar um docente para seu uso no dia a dia, cada competência e habilidade foi explorada, com explicações mais detalhadas, exemplos de atividades possíveis, estratégias de ação e sugestões de avaliação. Enquanto a elaboração da matriz decorre de um processo de revisão e análise bibliográfica, as propostas pedagógicas advêm de experiências profissionais com projetos de pesquisa e de iniciação científica no ensino médio. Adicionalmente, foi elaborado um guia de apresentação e uso da MEI (Apêndice 1), para facilitar a leitura e possibilitar seu uso no dia a dia de professores. Com potencial para ampliar os objetivos das práticas pedagógicas, o guia busca levar professores a desenvolverem atividades diversificadas e proporcionar novas oportunidades de aprendizagens a seus alunos.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.

ANDRADE, G. T. B. **Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.01, p.121-138 , jan-abr, 2011.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. **Doze motivos favoráveis à adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES)**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 70, p. 107-126, jan./mar. 2011.

ANJOS, C. C., GHEDIN, E., & FLORES, A. S. **Concepção sobre espaços não formais de ensino e divulgação científica de professores na feira de ciências em Boa Vista, Roraima**. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015.

BARROW, L. H. **A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards**. In: Journal of Science Teacher Education, 2006, 17:265–278, Springer 2006.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Cad. Brás. Ens. F's., v.19,n.3, p.291-313, 2002.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas**. Ensaio: Aval. Políticas Públicas Educacionais. vol.22, n.83, p. 267. 2014.

BLOOM, B.S., ENGELHART, M.B., FURST, E.J., HILL, W.H., & KRATHWOHL, D.R. **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals**. Handbook 1: Cognitive domain. New York: Longmans Green, 1956.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 4.024, 20 de dezembro de 1961.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e dos Desportos. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Ensino Médio**. Brasília, Distrito Federal, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência para o Enem 2009**. Brasília, Distrito Federal, 2009a. 26p

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica, 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Portal do Sistema de Seleção Unificada - SISU**. 2016a. Acesso em: 26/05/2016. Disponível em: <http://sisu.mec.gov.br/inicial>

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Redação no ENEM 2016 Cartilha do Participante**. Brasília-DF. 2016b. Disponível em < download.inep.gov.br/educacao\_basica/enem/guia\_participante/2016/manual\_de\_redacao\_do\_enem\_2016.pdf >. Acesso em 20/03/2017.

BRASIL, E. D. F., & LEITE, S. Q. M. **Potencial Pedagógico da Primeira Feira de Ciências e Engenharia do Espírito Santo para o Desenvolvimento de uma Educação CTSA nas Escolas Públicas Estaduais**. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

BRASÍLIA. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM: documento básico**. Brasília: INEP, 2002

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**. Brasília: INEP, 2010.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes de Avaliação Educacional: Aprendizagem, Institucional e em Larga Escala 2014-2016**. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF). Brasília, DF: SEEDF, 2014.

\_\_\_\_\_. Governo do Distrito Federal. **Portaria nº 15, de 11 de fevereiro de 2015**. Diário Oficial do Distrito Federal. 2015

\_\_\_\_\_. Centro de Promoção e Elaboração de Eventos (CEBRASPE). **PAS 1 – Subprograma 2017-2019 - Matriz de Objeto de Avaliação do PAS - Primeira Etapa.** 2017. Disponível em: <<http://www.cespe.unb.br/PAS/>> Acesso em 24.03.2017

BYBEE, R.W. **Scientific inquiry and science teaching.** Capítulo de livro: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

CARVALHO, A. M. P. **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica.** Santiago: Universidade católica de Chile.2006

CHIN, C., & CHIA, L.G. **Problem-based learning: Usin´g students´ questions to drive knowledge construction.** Science Education, n.88, p.707-727, 2004.

CHIN, C. & KAYALVIZHI, G. **Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask?** Research in Science & Technological Education, n.20(2), p. 269-287. 2002.

\_\_\_\_\_. (2005). **What do pupils think of open science investigations? A study of Singaporean primary 6 pupils.** Educational Research, 47(1), 107–126.

CHIN, C. & OSBORNE, J. **Students' questions: a potential resource for teaching and learning Science.** Studies in Science Education, 44:1, 1-39, 2008.

CHINN, C., & MALHOTRA, B. (2002). **Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks.** Science Education, 86, 175–218.

COELHO, S.; TIMM, R. M. B.; SANTOS, J. M. **Educar pela pesquisa: uma experiência investigativa no ensino e aprendizagem de física.** Cad. Bras. Ens. Fís., Florianópolis, v. 27, n. 3: p. 549-567, dez. 2010.

COIL, D.; WENDEROTH, M. P.; CUNNINGHAM, M.; DIRKS, C. **Teaching the process of science: faculty perceptions and an effective methodology.** CBE-Life Sciences Education, v. 9, n 4, p. 524-535, 2010.

COSTA, W. L., FRANCISCO, W., RIBEIRO, I. H. S. & VASCONCELOS, M; H. **Educação não formal: a diferença entre trabalhar com ela e conhecê-la.** Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

DEBOER, G. E. **Historical perspectives on inquiry teaching in schools.** In: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

DEWEY, J. **Science as subject-matter and as method.** Science, 31, 121–127. 1910.

\_\_\_\_\_. **How We Think. A Restatement of the Relation of Reflective Thinking.** D. C. Heath and Company, 1933. 301 p.

\_\_\_\_\_. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação.** 3.ed. São Paulo: Nacional, 1959.

\_\_\_\_\_. **Vida e educação.** Tradução e estudo preliminar por Anísio S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1978. 113p.

\_\_\_\_\_. **Experiência e Natureza: lógica: a teoria da investigação: A arte como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral.** São Paulo: Abril Cultural, 1980.

DRIVER, R. **The pupil as scientist?** Milton Keynes/Philadelphia: Open University Press, 1985.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo o conhecimento científico na sala de aula.** Química Nova na Escola, n.9, p.31-40, maio, 1999.

DUSCHL, R. A. **The HS Lab Experience: Reconsidering the Role of Evidence, Explanation and the Language of Science.** Committee on High School Science Laboratories: role and vision. Washington: National Research Council. 2004.

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, INC. **Fatally Flawed - Refuting the recent study on encyclopedic accuracy by the journal Nature.** 2006. Acesso 15/05/17. Acesso: [http://corporate.britannica.com/britannica\\_nature\\_response.pdf](http://corporate.britannica.com/britannica_nature_response.pdf)

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gestão & Produção. [online]. v.17, n.2, p. 421-431, 2010 . Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2013.

FILHO, S. D. V. & LIMA, K. E. C. **Uma Análise Lúdica das Concepções Prévias de Professores da Rede Pública de Pernambuco sobre Feiras de Ciências.** Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

FRANCISCO, W. & VASCONCELOS M. H. **A 1ª Feira de Ciências Temática de Química e Meio Ambiente (FTQuiMA): Contribuições para a aprendizagem.** Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S.; **A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores**. *Ciência & Educação*, v.17, n.3, p.505-522, 2011.

GILES, Jim. **Internet encyclopaedias go head to head**. *Nature*. Vol. 438. 2005. Acesso, 15/05/17. Disponível em [http://inspercom.org/wp-content/uploads/2015/06/GILES\\_Internet-encyclopaedias-go-head-to-head2005Cit.496\\_Junho-de-2015.pdf](http://inspercom.org/wp-content/uploads/2015/06/GILES_Internet-encyclopaedias-go-head-to-head2005Cit.496_Junho-de-2015.pdf)

GLOBO. **Inventores do Rio Grande do Norte criam cera que conserva frutas**. Caldeirão do Huck. GShow. Globo.com. 2013. Disponível em < [gshow.globo.com/programas/caldeirao-do-huck/O-Programa/noticia/2013/11/inventores-do-rio-grande-do-norte-criam-cera-que-conserva-frutas.html](http://gshow.globo.com/programas/caldeirao-do-huck/O-Programa/noticia/2013/11/inventores-do-rio-grande-do-norte-criam-cera-que-conserva-frutas.html) > Acesso em 18/05/2017.

GOUW, A. M. S.; FRANZOLIN, F.; FEJES, M. E.. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 439-454, 2013.

HANSON, N. R. *Patterns of discovery: an inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

HAYDT, Regina Cazaux. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. São Paulo: Ática, 1994.

JÚNIOR, C. T. de L. *Construção de uma Matriz de Planejamento e Avaliação em Ensino de Química*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2009.

JUNIOR, J. C. L. e NORONHA, E. L. *A Feira Manaus Moderna: um espaço não-formal para o Ensino de Ciências*. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

KRATHWOHL, D. R. *A revision of Bloom's Taxonomy: An Overview*. *Theory into Practice*. Vol. 41, N. 4, 2002. Disponível em: [http://www.unco.edu/cetl/sir/stating\\_outcome/documents/Krathwohl.pdf](http://www.unco.edu/cetl/sir/stating_outcome/documents/Krathwohl.pdf). Acesso 01/05/2015.

LAUGKSCH, R. C. *Scientific Literacy: a conceptual overview*. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LIMA, K. E. C., FLORENÇO, A. M. A., & VASCONCELOS, S. D. *Pressupostos de professores do ensino básico de Pernambuco na definição de critérios para avaliação de projetos de Feiras de Ciências*. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

MANCINI, G. V.; CINTRA, E. P.; MARQUES JUNIOR, A. C. **Caracterização dos itens de biologia do ENEM de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada: uma experiência com professores do ensino médio.** Anais III Congresso Nacional de Formação de Professores e do XIII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores. p. 2006-2017. 2016.

MATOSO, C. M.; FREIRE, A. M. M. da S. Percepções de alunos sobre a utilização de tarefas de investigação em aulas de química. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.15, n. 02, p. 15-28, maio-ago, 2013.

MAYER, R. E. Rote versus meaningful Learning. Theory into Practice. Vol. 41, Num. 4, 2002. Disponível em: [http://www.unco.edu/cetl/sir/stating\\_outcome/documents/Krathwohl.pdf](http://www.unco.edu/cetl/sir/stating_outcome/documents/Krathwohl.pdf). Acesso 01/05/2015.

MENEZES, P. H. D., ROSSIGNOLI, M. K., & DOS SANTOS, B. R. Educação em Ciências com Enfoque CTS: possíveis indicadores de alfabetização científica. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

MILLAR, R. **Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos.** Revista Ensaio. V.5 n°2, p 73 – 91, 2003.

MIYAKE, N., & NORMAN, D.A. **To ask a question, one must know enough to know what is not known.** Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 18(3), 357–364, 1979.

MOURA, José Nivaldo Xavier. **Pedagogia de Projetos: a práxis educativa na perspectiva da escola cidadã.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa crítica.** 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 31 jul, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. **Sobre o ensino do método científico.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física 10.2. Pp 108-117, 1993.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. **Ensinar ciências por investigação: em qué estamos de acordo?** Revista Ensaio, Belo Horizonte, V.9 n°1, 2007.

NASCIMENTO, C. S. C. **Wiki no ensino da Energia. Um estudo com alunos do 7ºano de escolaridade.** Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, Universidade de Lisboa, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the national science education standards.** Washington, DC: National Academy Press, 2000.

OLIVEIRA, G. G. C. **O uso de tarefas de investigação sobre o tema —energia – do sol para a terra: um estudo em alunos de 10º ano de escolaridade.** Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, Universidade de Lisboa, 2011.

PEREIRA, E. A., MARTINS, J. R., ALVES, V. S., DELGADO, E. I. **A contribuição de John Dewey para a educação.** Revista Eletrônica de Educação 2009;3(1):154-161.

PEREIRA, A. de S.; PIRES, D. X. **Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V17(2), p. 385-413, 2012.

PEREIRA, M. M. **Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.15, n. 02, p. 65-85, maio-ago, 2013.

PEREIRA, J. da S. **O ensino do tema energia e suas transformações: a pedagogia de projetos como suporte pedagógico.** Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília. Brasília. 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio.** Ciência & Educação, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

PRIMI, Ricardo; SANTOS, Acácia A. Angeli; VENDRAMINI, Claudette Medeiros; TAXA, Fernanda; MULLER, Franz August; LUKJANENKO, Maria de Fátima; SAMPAIO, Isabel Silva. **Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes Definições dos Mesmos Construtos.** Psicologia: Teoria e Pesquisa. Vol. 17 n. 2, pp. 151-159. 2001.

RABELO, Mauro Luiz. **Por que a UnB ainda mantém o PAS?** Revista PASSEI, n. 3. p.2-5. 2015. Disponível em:  
<[http://www.cespe.unb.br/pas/arquivos/PASSEI\\_online\\_menor\\_Edicao\\_3.pdf](http://www.cespe.unb.br/pas/arquivos/PASSEI_online_menor_Edicao_3.pdf)> . Acesso em 27.03.2017

RAMALHO, P. **Educar Para Crescer.** Nova Escola. Editora Abril. 2011. Disponível em <<http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/john-dewey-307892.shtml>> Acesso em 21/04/2016

RIBEIRO, I. H. S.; FRANCISCO, W.; DA COSTA, W. L. **A Feira de Ciências como um meio de divulgação científica para a comunidade gurupiense.** Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. **O ensino de ciências por investigação: reconstrução Histórica**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba 2008.

RODRÍGUEZ, J. J. G.; de LEÓN, P. C. **¿ Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación**. Investigación en la Escuela 25 (1995): 5-16.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação. Tese de Doutorado- Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. de C.; AGUIAR O. G. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V16(1), p. 79-102, 2011

SANTOS, A. B. Feiras de ciência: um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. Revista Ciência em Extensão 8.2: 155-166, 2012

SANTOS, M. C. F. **A noção de Experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências, V.1, N.1, 2013

SAVEDGE, JENN. **Student science experiment finds plants won't grow near Wi-Fi router**. Mother Nature Network. 2013. Disponível em: < [www.mnn.com/health/healthy-spaces/blogs/student-science-experiment-finds-plants-wont-grow-near-wi-fi-router](http://www.mnn.com/health/healthy-spaces/blogs/student-science-experiment-finds-plants-wont-grow-near-wi-fi-router) > Acesso em 18/05/2017.

SILVA, Vailton Afonso; MARTINS, Maria Inês. **Análise de questões de física do ENEM pela Taxonomia de Bloom Revisada**. Revista Ensaio. Belo Horizonte. v.16. n. 03. p. 189-202. 2014.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003

SOLINO, Ana Paula. GEHLEN, Simoni Tormöhlen. **Abordagem Temática Freireana E O Ensino De Ciências Por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas E Pedagógicas**. Investigações em Ensino de Ciências – V19(1), pp. 141-162, 2014.

SPITZCOVSKY, Débora. **Menino de 13 anos revoluciona método de captação de energia solar**. Blog Planeta Sustentável. Super Interessante. 2012. Disponível em <

super.abril.com.br/blog /planeta/menino-de-13-anos-revoluciona-metodo-de-captacao-de-energia-solar/ > Acesso em 18/05/2017.

SWATTON, P. **Children's language and assessing their skill in formulating testable hypotheses**. British Education Research Journal, 18(10), 73–85, 1992.

TAMIR, P. **Work in school: na analysis of current pratic**. Brian Woolbough (ed), Pratical Science. Milton Keynes: Open University Press, 1990 (cap.2).

TEIXEIRA, Bruna Schoenberger; MARTINS, Jéssica Guerreiro; SILVA, Marisa Cristina; BARON, Alessandra Machado; TONIN, Lilian Dusman. **Taxonomia de Bloom como instrumento da prática avaliativa na educação**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP. 2013.

TRUDEL, L. REIS, G.; DIONNE L. **Incidência de características dos estudantes sobre seu grau de motivação para participar de uma exposição de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências 14.3, 2012.

VASCONCELLOS, I. G. M., & BIZERRA, A. F. **Caracterização da Atividade Dominante em evento de Divulgação Científica**. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015

VIEIRA, K. V. **Habilidades e procedimentos da investigação científica: percepções de um grupo licenciandos em ciências biológicas a partir de uma sequência didática em biologia celular e molecular**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília, 2012

WATSON, F. Road. **Student's discutions in practical scientific inquiries**. In: **International Journal Science Education**. January, vol , 26. no 1, 25-45, 2004.

WONG, D . PUGH, K. **Learning Science: A Deweyan Perspective In: Journal of research in science teaching**. VOL 38, No 3, P 317-336, 2001

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

ZANDOMÊNICO, J. M.; CAMILETTI, G. G. & SILVA, S. G. S. **Uma avaliação sobre a transposição didática e motivação de alunos de ensino médio em uma feira científica de física**. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set-dez, 2011(a)

\_\_\_\_\_. **Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V16(2), p. 179-199, 2011(b)

\_\_\_\_\_. **Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V17(3), p. 675-684, 2012.

## 10. APÊNDICES

### APÊNDICE 1. PROPOSIÇÃO.

**GUIA DIDÁTICO PARA APRESENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DA MEI:  
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA SALA DE AULA  
– UMA MATRIZ DE OBJETIVOS EDUCACIONAIS –**

# Ensino por Investigação na Sala de Aula

## Uma Matriz de Objetivos Educacionais



Vitor Rios Valdez

# Ensino por Investigação na Sala de Aula

## Uma Matriz de Objetivos Educacionais

**Vitor Rios Valdez**

Este é um guia de apresentação e uso de uma matriz de objetivos educacionais para o ensino de ciências. Este material é um resultado da dissertação de mestrado intitulada **“Desenvolvimento de uma Matriz de Competências e Habilidades para Repensar o Ensino de Ciências pela Perspectiva do Ensino por Investigação”**, defendida em 2017 junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília (PPGEC-UnB), para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

O trabalho pode ser encontrado na íntegra na página [“ppgec.unb.br/dissertacoes”](http://ppgec.unb.br/dissertacoes).

**Brasília, 2017**

# Uma Matriz de Objetivos Educacionais

## Competências e Habilidades do Ensino por Investigação

### Apresentação

Este é o manual de apresentação e uso de uma ferramenta educacional chamada “MEI”, uma matriz de objetivos educacionais (competências e habilidades) para o ensino de ciências por investigação.

A MEI é uma ferramenta educacional desenvolvida para professores de qualquer disciplina científica da educação básica que buscam desenvolver as características da autonomia educacional, o “aprender a aprender”, com seus estudantes.

Esta proposta é um resultado da dissertação de mestrado de Vitor Rios Valdez, intitulada “Desenvolvimento de uma Matriz de Competências e Habilidades para Repensar o Ensino de Ciências pela Perspectiva do Ensino por Investigação”. A dissertação relata em detalhes o processo de construção da MEI, a partir do estudo de diversos documentos legais, artigos de pesquisa sobre educação e análise de matrizes de exames vestibulares do Brasil.

A MEI se baseia na perspectiva do Ensino por Investigação, uma abordagem educacional que defende que o estudante deve ser o agente central do seu processo de descoberta e aprendizagem. O Ensino por investigação e a matriz apresentada aqui refletem os processos cognitivos e processuais utilizados em estudos, investigações e durante a construção de conhecimentos em geral. Em todos esses processos, são percorridos caminhos semelhantes, que se iniciam com um problema, se desenvolvem por uma série de perguntas, pesquisas e reflexões, e terminam com a resolução do problema.

Este manual busca levar o professor a repensar suas aulas, atividades e avaliações, adotando estratégias onde os estudantes possam desenvolver competências e habilidades associadas aos conteúdos conceituais de cada disciplina.

No Ensino por Investigação, o estudante se envolve em investigações diretas a partir de uma situação-problema: ele busca informações, elabora explicações, investiga ou testa suas ideias e propõe conclusões ou soluções para o problema. Nesse processo, o professor atua mais como um guia e o aluno é quem age para obter e produzir os conhecimentos formais que necessita.

Tanto o Ensino por Investigação quanto a MEI se baseiam em atividades com cinco elementos fundamentais:

- ➡ Exploração de situações-problemas e a definição da pergunta ou problema a ser solucionado;
- ➡ Articulação de conhecimentos prévios na elaboração de hipóteses, explicações ou propostas;
- ➡ Coleta de dados por meio de experimentos ou pesquisas;
- ➡ Elaboração de uma resposta, solução ou conclusão para resolver ou contornar a situação-problema;
- ➡ Comunicação dos resultados e descobertas, para compartilhar os novos conhecimentos com o grupo.

## MEI - Matriz do Ensino por Investigação

### Aplicando a matriz na prática pedagógica

A MEI é uma matriz feita para professores e alunos da educação básica, dessa forma, ela utiliza a mesma linguagem de exames educacionais como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e se baseia em três tipos de objetivos educacionais: **objetos do conhecimento, competências e habilidades**. Esses termos indicam quais são **os assuntos, as formas de pensar e as formas de agir** que estudantes devem dominar após sua escolarização. Ao final desta página, são exploradas definições formais desses três termos.

Para que professores de qualquer disciplina escolar possam utilizar a MEI, ela foi construída de forma desvinculada de *objetos do conhecimento*. Essa estrutura, que considera apenas *competências e habilidades*, pode ser usada para guiar diversas atividades escolares e é ideal para o desenvolvimento de projetos de pesquisa onde o aluno tem autonomia para atuar.

A MEI se organiza em quatro **competências** que representam os elementos do Ensino por Investigação: **Contextualização, Investigação, Proposição e Comunicação**. Essas quatro competências representam as características fundamentais de uma atividade de ensino por investigação. Um momento inicial de exploração de problemas (Contextualização), um momento de busca por informações (Investigação), um momento para a discussão de soluções (Proposição) e um momento final de comunicação e compartilhamento das aprendizagens (Comunicação).

Dezesseis **habilidades** estão distribuídas entre as quatro **competências** e representam formas práticas de executar os processos investigativos. Habilidades como **identificar situação-problema, planejar investigações, relacionar diferentes saberes, propor soluções, e construir comunicação**, são importantes tanto para atividades escolares, quanto para a superação de desafios e para a formação cidadã.

As **competências e habilidades** são muito diversificadas e podem se adequar a diferentes momentos e situações. Professores não precisam se preocupar em trabalhar cada uma delas em cada atividade pedagógica, no entanto, para que essas importantes características sejam entendidas e dominadas, cada uma delas precisa ser exercitada.



### Objetos do Conhecimento, Competências e Habilidades

- ✓ **Objetos de conhecimento** (conteúdos conceituais) - são os fatos, acontecimentos, situações, informações, fenômenos e modelos explicativos que compõem os assuntos curriculares que se espera que o aluno saiba ao final da escolarização.
- ✓ **Competências** (conteúdos atitudinais) - Características da inteligência, valores, atitudes, comportamentos e processos mentais usados para entender o mundo, relacionar sentidos e conhecimentos e planejar ações.
- ✓ **Habilidades** (conteúdos processuais) - Processos mentais e físicos usados para executar ações em busca de um objetivo. Envolvem regras, técnicas, operações, métodos e uso de instrumentos.

## A Matriz do Ensino por Investigação

**C1: Contextualização:** converter informações de fenômenos naturais em conceitos mentais e aplicar conceitos em situações reais.

**H1: Identificar situação-problema:** identificar uma situação-problema com impacto no cotidiano.

**H2: Elaborar pergunta de investigação:** traduzir uma situação-problema em uma pergunta que pode iniciar a busca por sua solução.

**H3: Transpor do real ao conceitual:** relacionar situações do mundo natural a conhecimentos científicos.

**H4: Relacionar diferentes saberes:** Relacionar as partes de um conhecimento ou conhecimentos de diferentes áreas.

**H5: Transpor do conceitual ao real:** aplicar informações científicas em situações reais do cotidiano.

**C2: Investigação:** pesquisar e validar informações por meio de processos, métodos e instrumentos científicos.

**H6: Criticar e validar informações:** verificar a validade de informações, comparando alternativas e selecionando a melhor solução para uma situação-problema.

**H7: Buscar informações científicas:** usar fontes de informações cientificamente válidas, como fontes diretas, textos técnicos, etc.

**H8: Usar procedimentos científicos:** selecionar e usar métodos e instrumentos científicos para a obter informações.

**C3: Proposição:** elaborar hipóteses, respostas, conceitos, processos ou produtos que busquem solucionar uma situação-problema.

**H9: Formular hipóteses:** elaborar hipóteses ou modelos explicativos que ofereçam soluções viáveis para situações-problema.

**H10: Planejar investigações:** propor ou avaliar estratégias para atingir um objetivo ou solucionar uma situação-problema.

**H11: Prever resultados:** reconhecer padrões e usar ferramentas do raciocínio para prever evolução ou resultados de processos.

**H12: Propor soluções:** elaborar argumento, conclusão ou solução concreta para situações-problema, apoiado em evidências e informações cientificamente válidas.

**C4: Comunicação:** usar, interpretar e compreender diferentes linguagens e formas de comunicação.

**H13: Dominar a língua formal:** demonstrar domínio da modalidade formal da língua portuguesa oral e escrita, entendendo e se fazendo entender.

**H14: Construir comunicação:** elaborar comunicação coesa, coerente e com progressão temática, necessária à construção da argumentação.

**H15: Dominar diferentes linguagens:** Usar e compreender formas de comunicação não textual, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas etc.

**H16: Produzir comunicações técnicas:** produzir comunicações técnicas, descritivas e analíticas, próprias das ciências.

## O professor orientador

### Reflexões sobre o papel dos professores

No Ensino por Investigação, o agente central do processo de ensino-aprendizagem é o aluno. Nesse modelo, o professor deixa de ser o detentor do conhecimento e passa a agir mais como um orientador de pesquisa, criando situações instigantes e conduzindo seus alunos para que eles sejam responsáveis pelos seus estudos e aprendizagem. Se é do interesse do professor educar para a autonomia, ele deve refletir sobre alguns aspectos.

➔ **Estudantes de qualquer idade podem criar conhecimentos e inventar algo novo, eles apenas não sabem disso ainda.** Mostrar aos alunos que qualquer busca por informações pode gerar um conhecimento científico e qualquer solução para um problema pode gerar uma nova tecnologia, ajuda o aluno a entender que ele pode ser um pesquisador e inventor. Trabalhar com métodos formais de investigação, experimentação e testes, ajuda a concretizar essa realidade. Estimular o aluno a encontrar problemas reais, estudar aquilo e propor soluções reais, o leva a aplicar e desenvolver sua capacidade de superar desafios.

➔ **Uma boa pergunta desperta a vontade de saber, uma resposta pronta é desvalorizada.** Não é adequado que o professor “dê respostas prontas” aos estudantes, ele deve interagir com eles por meio de perguntas que os instiguem, que levem ao raciocínio e motivem sua atuação. Mostrar que eles podem aprender qualquer coisa sozinhos e apresentar as ferramentas para isso, estimula sua autonomia. Trabalhar a partir de problemas reais e concluir as atividades com soluções reais para os problemas, aproxima a escola da vida e dá sentido aos estudos.

➔ **Um aluno motivado a agir usa todos os recursos disponíveis e vence qualquer obstáculo para alcançar seus objetivos.** O professor pode canalizar essa vontade de produzir e conhecer para os assuntos curriculares, ao relacionar sua disciplina com situações interessantes do mundo real. Iniciar atividades explorando problemas e curiosidades do corpo, da vida, da família ou do ambiente do aluno, podem despertar seu interesse. Se houver a perspectiva de ganho pessoal ou de melhoria da sua qualidade de vida, ele pode ter estímulos a mais. O professor de um aluno motivado não precisa ensiná-lo, apenas orientá-lo e ajudá-lo a organizar seus conhecimentos.

➔ **A ação do estudante depende do espaço que ele recebe para agir.** É importante criar um ambiente que estimule a participação e interação de todos. Aceitar qualquer resposta, mesmo que errada, e trabalhar sobre ela, apresentando novas informações, gera conflito, reflexão e guia o raciocínio do aluno na direção do conhecimento formal. Tentar entender o raciocínio por trás de uma resposta inesperada ajuda a diferenciar erros conceituais de inovação e permite ações para os corrigir erros e estimular o pensamento criativo.

➔ **Os alunos podem aprender uns com os outros mais do que com seu professor.** Quando interagem entre si, os alunos usam a mesma linguagem, desenvolvem raciocínios semelhantes, compartilham experiências significativas e constroem conhecimentos coletivamente. Criando atividades de interação entre os alunos, como debates, apresentações, jogos, estudos coletivos e trabalhos em grupo; conhecimentos podem ser compartilhados de outras formas e fixados. Atividades de colaboração, de competição e de conflito geram aprendizagens diferentes e complementares. Expor a produção dos alunos para a escola e a comunidade, além de valorizar os trabalhos feitos e motivar as próximas produções, ajuda a compartilhar aprendizagens com mais pessoas.



## C1. Contextualização

A **Contextualização** representa as capacidades mentais de identificar, entender, relacionar e assimilar informações.

Podemos ver a Contextualização sendo desenvolvida quando uma pessoa:

- ➔ Percebe situações do mundo sobre as quais é possível agir para aprender coisas novas ou melhorar a vida dos seres vivos;
- ➔ Interpreta fenômenos naturais ou situações da realidade e consegue traduzi-las para conceitos mentais, perguntas investigáveis ou explicações científicas;
- ➔ Correlaciona informações de diferentes áreas, ou desmembra um fenômeno em seus elementos constituintes para entendê-lo melhor;
- ➔ Aplica conhecimentos teóricos em situações da realidade ao fazer decisões ou agir, para obter resultados positivos.



### Orientações

A contextualização é a competência mais desenvolvida em aulas e trabalhos de pesquisa escolares. No entanto, apesar de professores e alunos conseguirem trabalhar bem com informações do mundo real e conhecimentos científicos, uma pergunta desconfortável continua sendo ouvida na sala de aula: “para quê eu vou precisar disso na minha vida?”

Trabalhar com alguns elementos práticos em aulas, apresentações e pesquisas, pode ajudar a aproximar a teoria da realidade:

- ✓ Comece com uma situação ou problema do mundo real que afeta os estudantes diretamente e pode ser afetada por eles;



### Ideias

Iniciar e concluir um assunto com uma situação concreta ajuda a situar os estudantes quanto à importância do que foi apresentado. Boas formas de contextualizar um assunto são:

- Explorar algo interessante que acontece no corpo ou na vida humana;

- Usar assuntos recentes e polêmicos divulgados na mídia;

- Explorar problemas sociais ou ambientais que nos afetam diretamente;

- Buscar explicações para conhecimentos do senso comum ou do folclore;

- Estudar o contexto no qual o conhecimento em questão foi elaborado e tentar entender os problemas e necessidades que levaram àquilo.

- ✓ Mostre de forma clara as relações entre a situação estudada e os conceitos teóricos envolvidos;

- ✓ Busque estabelecer relações entre o que está sendo estudado e outras situações ou conhecimentos do mundo;

- ✓ Esclareça bem os elementos que constituem a situação, como eles se relacionam uns com os outros e com o todo;

- ✓ Produza algo como resultado desse estudo, seja uma explicação nova, uma conclusão criativa, um produto ou um processo que solucione ou contorne a situação apresentada no início;



## H1. Identificar situação-problema

**Identificar situação-problema** é a habilidade de perceber que um fenômeno afeta os seres vivos e que é possível intervir sobre ele para conhecê-lo melhor e melhorar a qualidade de vida dos seres afetados.

Nem toda situação-problema pode ser investigada adequadamente por estudantes. Para permitir que eles façam investigações diretas e proponham soluções práticas, as situações-problema devem ter algumas características:

- ➔ Ser um fenômeno que se manifesta em um grupo de indivíduos ou um lugar que os estudantes tenham acesso e possam afetar;
- ➔ Ser um fenômeno do cotidiano que reflita os desafios que o estudante enfrentará em sua vida;
- ➔ Ser do interesse do aluno, despertar a curiosidade e causar inquietação, para motivá-lo a buscar as respostas.



### Ideias

Localizar um assunto nos espaços e tempos que os estudantes frequentam e pedir investigações das pessoas, não dos temas, torna o assunto mais interessante e permite sua investigação direta.

Nos exemplos a seguir os temas devem ser estudados para que a pergunta seja respondida:

“Qual a opinião da comunidade escolar sobre a retirada de Plutão da categoria de ‘planeta’?”

“A estrutura de ‘galáxia química Philip Stewart’ facilita o aprendizado dos estudantes?”

“Podemos descobrir se temos predisposição à diabetes e infartos?”

“Quem não se considera feminista é porque não entende o que é o feminismo?”



### Orientações

Situações-problema podem ser apresentadas de diversas maneiras (imagens, vídeos, perguntas, notícias, etc) e se relacionar com os temas apresentados na seção de Ideias da “C1: Contextualização”, mas o mais importante é que elas estejam ao alcance dos estudantes.

Quando estudantes lidam com temas distantes do cotidiano (como conceitos abstratos de átomos, aquecimento global ou astronomia), eles não podem fazer investigações diretas, pois não possuem os recursos necessários. Nesses casos, eles não têm opção a não ser realizar pesquisas

em fontes indiretas e reproduzir conhecimentos já definidos.

Uma estratégia para permitir investigações reais sobre qualquer tema é trazê-los para o ambiente escolar ou familiar dos estudantes, pedindo opiniões, levantamentos ou conclusões.

No ambiente que frequentam, eles podem buscar informações diretamente, propor métodos e conduzir investigações em primeira mão. Investigando seu ambiente, eles estudam não só o tema, mas suas aplicações no cotidiano.



## H2. Elaborar pergunta de investigação

**Elaborar pergunta de investigação** é a capacidade de traduzir uma situação-problema em uma sentença com fatores definidos que pode despertar uma investigação e dê ideia de como encontrar a solução.

Perguntas que não permitem manipular variáveis, testes empíricos de hipóteses ou coleta de dados originais, normalmente não levam a investigações reais. “Os signos funcionam?”, “Deus existe?” e muitas perguntas que começam com “por que” levam a opiniões pessoais sem embasamento, respostas fechadas e definidas.

Perguntas investigáveis articulam termos específicos, manipuláveis, detectáveis e mensuráveis, elas permitem observações, experimentos e coleta de dados de fontes diretas. Quando uma pergunta considera esses fatores pode ser possível até prever como conduzir uma investigação, como em:

“Qual a porcentagem de pessoas nessa escola que acredita em seres sobrenaturais?”; e

“Qual a taxa de correspondência entre as características que uma pessoa se atribui e as características indicadas para ela em função do seu signo?”.



### Ideias

Uma forma de detalhar perguntas para que elas possam conduzir a investigações diretas é interpretar o problema ou a dúvida original e definir os seguintes elementos:

- o significado dos termos principais;
- como os termos se relacionam;
- o tempo e espaço onde a investigação será feita.

Na pergunta “Deus existe?”: “Deus” pode ser definido como um ser sobrenatural (a), sua existência não pode ser provada, mas podemos questionar quantas pessoas acreditam nela (b), e já que não seria possível definir isso para o mundo todo, podemos limitar a investigação ao ambiente onde os alunos convivem (c).



### Orientações

No Ensino por Investigação, se trabalha com problemas do cotidiano e, assim, frequentemente, o professor terá que lidar com perguntas para as quais não há respostas, muitas vezes porque elas ainda não foram definidas para aquele contexto. Como saber se um aluno tem predisposição à diabetes antes de conhecer seu histórico familiar da doença? Como saber a opinião da escola sobre um assunto antes de fazer um levantamento?

O professor não deve se sentir inseguro se não conseguir responder as perguntas dos alunos.

Tanto professor quanto estudantes devem compreender que as ciências trabalham com perguntas abertas, proposição e teste de hipóteses, confronto de ideias e a noção de que não existem respostas certas ou erradas, apenas hipóteses, que são válidas enquanto não forem refutadas.

Em atividades assim, o que importa não são as respostas, mas sim os processos de investigação e interpretação de dados.



## H3. Transpor do real ao conceitual

**Transpor do real ao conceitual** envolve relacionar situações ou problemas do mundo natural aos conhecimentos formais e científicos que buscam explicá-los.

Esta habilidade é a primeira etapa desenvolvida naturalmente em processos de raciocínio e aprendizagem. Ela acontece de forma automática quando percebemos algum elemento do mundo com nossos sentidos e tentamos compreender aquilo. Nesse processo, a princípio recorremos a conhecimentos prévios, valores de criação e ao senso comum.

No entanto a habilidade “H3: Transpor do real ao conceitual” indica a capacidade crítica e consciente de associar um fenômeno à sua explicação formal. Isso envolve compreender que as ciências buscam explicações críticas e embasadas para o mundo natural.

Quando um estudante consegue associar um fenômeno aos conhecimentos científicos que tentam explicá-lo e interpretar aquilo pelas lentes desses conhecimentos formais ele está usando esta habilidade.



### Ideias

Diversas propostas de atividades podem levar estudantes a interpretar fenômenos da realidade sob a ótica científica:

É possível obter e analisar amostras de água poluída de um rio da cidade como forma de levar estudantes a proporem processos adequados de separação de misturas.

Pode-se pedir um estudo dos componentes e aparelhos elétricos da sala de aula e a representação dos circuitos do local.

Em um ambiente com várias formas de vida, é possível identificar os seres e representar suas relações em uma cadeia alimentar.

Pode-se pedir que os estudantes questionem seus familiares sobre o local de origem de gerações passadas da sua família, assim como motivo e período da migração para o local atual.



### Orientações

As habilidades “H3: Transpor do real ao conceitual”, “H4: Relacionar diferentes saberes” e “H5: Transpor do conceitual ao real” são diferentes etapas de um mesmo processo, o raciocínio.

Essas três habilidades são as que mais representam a escolha do nome da competência “C1: Contextualização”, e poderiam ser usadas como guia do planejamento de propostas pedagógicas em geral.

Atividades podem começar com a apresentação de um fenômeno natural e a tentativa de entendê-lo do ponto de vista teórico (H3).

Após traduzir o fenômeno em termos conceituais, pode-se relacioná-lo com outros aspectos do mundo e estudar seus fatores constituintes (H4).

Finalmente, o que foi compreendido deve ser aplicado na produção de um material, produto ou processo prático (H5).



## H4. Relacionar diferentes saberes

**Relacionar diferentes saberes** envolve os processos mentais de relacionar um conhecimento com outras situações do mundo ou de desmembrar o conhecimento em seus elementos constituintes e entender a inter-relação entre eles.

Essa habilidade também é um processo espontâneo do raciocínio, que ocorre quando tentamos compreender algo percebido através de nosso sentidos. Sempre que encontra uma nova informação, o cérebro humano naturalmente procura padrões, tenta entender variáveis, compara as informações com experiências passadas e conhecimentos já estabelecidos. Como resultado desse processo a mente humana formula hipóteses, explicações, previsões e até meios de interagir com aquele fenômeno buscando resultados satisfatórios.

Relacionar um assunto à diferentes áreas do conhecimento, aplicar um processo em um contexto novo, dar exemplos de uma explicação em situações diferentes e entender que a manipulação de um elemento podem afetar o todo, são exemplos de aplicações dessa habilidade.



### Ideias

A partir das Ideias da habilidade anterior, é possível relacionar e entender melhor as informações obtidas.

O estudantes podem aplicar diferentes estratégias para tentar purificar a água poluída, comparar os resultados entre si e com outros processos usados na sociedade.

Enquanto estudam os aparelhos elétricos da sala, o professor pode acompanhar as representações formais de circuitos e conceitos como os de circuitos em série ou em paralelo, em diferentes situações.

Além de relações de predação, uma cadeia alimentar pode ser explorada para identificar casos de parasitismos e competição, entre outras relações ecológicas.

Após identificar eventos de migração de várias famílias, podem ser investigadas explicações, padrões e fenômenos históricos, sociais ou geográficos.



### Orientações

Nessa etapa diversos processos mentais podem ser estimulados e desenvolvidos.

- ✓ A cada nova informação obtida, uma pergunta pode ser formulada (H2).
- ✓ Perguntas precisam de respostas e, antes de obtê-las é possível trabalhar com a formulação de hipóteses (H9).
- ✓ Hipóteses precisam ser testadas, para isso usamos o raciocínio e pesquisas (H10 e H11).
- ✓ Independente dos meios usados para testar hipóteses, uma conclusão é elaborada a partir desse processo (H12).

Esses processos mentais, relacionados principalmente à “C3: Proposição”, representam aspectos do raciocínio lógico e busca pelo entendimento de algo novo.

Apesar deles poderem ser desenvolvidos de forma instantânea e imperceptível, quando uma pessoa consegue realizá-los de forma voluntária e consciente, ela desenvolve uma poderosa ferramenta de reflexão e solução de problemas.

No entanto, nem todo problema pode ser resolvido no campo das ideias, algumas hipóteses precisam da busca por novas informações para serem confirmadas ou refutadas (H6, H7).



## H5. Transpor do conceitual ao real

**Transpor do conceitual ao real** envolve os produtos, processos e comportamentos que produzimos após entender como algo funciona, a fim de solucionar um problema, comunicar nossas descobertas ou alcançar resultados melhores em situações do cotidiano.

Essa habilidade representa mais um etapa dos processos do raciocínio e do aprendizado. Após compreender um fenômeno, o ser humano incorpora aquilo ao seu conjunto de saberes e ações sobre o mundo real. Um conhecimento novo, que ajuda a explicar algo, nos permite ver aquele fenômeno de uma nova maneira e entender suas causas e consequências. Aprender como algo funciona, nos permite prever resultados de ações e agir para obter os melhores resultados com o mínimo de esforço.

Para concretizar, dar sentido e utilidade prática às aprendizagens, os estudantes deveriam desenvolver e compartilhar algo ao fim de qualquer atividade educacional.



### Ideias

Independente da atividade, um produto deve ser elaborado a partir do que foi aprendido e compartilhado com a comunidade.

Após identificar os processos mais adequados para purificação de água, os estudantes podem aplicar esses processos em suas casas ou em campo, em um rio poluído local.

Após entender como os circuitos elétrico da sua sala estão organizados, os estudante podem propor uma organização melhor e construir uma maquete para apresentar sua proposta.

Após compreender como os organismos de um ecossistema interagem, os estudantes podem propor e divulgar ações de preservação ambiental para sua comunidade

Após identificar o comportamento migratório de suas famílias, os estudantes podem elaborar um mapa do Brasil ou do mundo com as rotas e períodos de migração, relacionando-as com eventos históricos.



### Orientações

Qualquer processo de pesquisa ou aprendizado resulta na obtenção de novos conhecimentos. No entanto, expressar o que foi compreendido e produzir algo a partir disso ajuda a formalizar e sedimentar a aprendizagem. Assim, após a compreensão de algo novo exercícios e práticas devem ser realizados.

Estudantes devem produzir algo a partir de suas aprendizagens, como um modelo explicativo, uma hipótese ou conclusão que responda uma pergunta, um produto ou um processo que solucione ou contorne uma situação-problema.

A exposição desse produto e a interação com outras pessoas sobre ele ainda geram novas oportunidades de aprendizagens, tanto para quem elaborou o produto, quanto para os membros da comunidade, que podem ainda ser leigos sobre o assunto.

Assim, além de aprender um conhecimento, um estudante deve formalizá-lo produzindo um produto e compartilha-lo com outros para obter retorno (*feedback*).



## C2. Investigação

**Investigação** é uma competência que envolve todos os aspectos da interação entre a pessoa e o ambiente em busca de informações cientificamente válidas.

Essa competência é desenvolvida quando alguém:

- ➔ Questiona informações recebidas e busca confirmá-las de alguma maneira.
- ➔ Compara diferentes fontes e pontos de vista para validar e obter informações imparciais.
- ➔ Busca informações em fontes formais como livros didáticos, textos técnicos, artigos científicos e fontes diretas de dados: observações de fenômenos, entrevistas, experimentos controlados, etc.
- ➔ Se preocupa com os procedimentos de busca, coleta, registro e análise dos dados, para que as informações sejam isentas de influências externas.
- ➔ Seleciona e usa adequadamente métodos de controle experimental, como repetições, controles positivos e negativos, seleção de variáveis e constantes, isolamento de variáveis, etc.
- ➔ Seleciona e usa adequadamente instrumentos de controle experimental, como ferramentas de observação, medição, registro e análise.



### Ideias

Em uma investigação, considerar alguns elementos-chave ajudam a manter o rigor técnico-científico:

Mantenha em mente a pergunta da investigação (H2) e sempre que precisar tomar uma decisão, reflita sobre a melhor maneira de respondê-la.

Formule uma hipótese (H9) para responder à pergunta e foque seus esforços em confirmar ou negar a hipótese.

Tente buscar informações direto na fonte, ou o mais perto possível delas (H6, H7).

Se preocupe com a veracidade e imparcialidade das informações ao produzir registros e analisa-los (H8).

Mantenha um registro detalhado do planejamento e execução da pesquisa (H16), para acompanhar, revisar e comunicar o que foi feito.



### Orientações

Uma atividade de pesquisa pode ser separada em algumas etapas: 1) definição do problema, 2) definição do objetivo, 3) definição dos procedimentos de pesquisa, 4) coleta de dados, 5) formulação e comunicação de conclusões.

Dependendo dos seus objetivos, o professor pode planejar atividades onde os estudantes tenham liberdade para definir etapas variadas. O grau de liberdade do estudante define se a atividade é ou não uma investigação e sua complexidade.

Se o professor define a pergunta, objetivo e procedimentos, cabendo ao estudante apenas coletar os dados e formular as conclusões, a atividade não é investigativa.

Nas investigações de menor complexidade o estudante define as etapas 3, 4 e 5.

Em investigações de complexidade média o estudante define as etapas 2, 3, 4 e 5.

O maior nível de complexidade é atingido quando o estudante define todas as etapas.



## H6. Criticar e validar informações

**Criticar e validar informações** reflete a relação crítica e questionadora entre um investigador e as informações encontradas. A preocupação a respeito da veracidade e imparcialidade dos dados deve ser uma constante durante uma pesquisa.

O senso crítico deve ser estimulado entre estudantes para que eles duvidem de informações encontradas; selecionem fontes adequadas de informação; pesquisem em múltiplas fontes; comparem pontos de vista contrários; e questionem os métodos usados para obter aquelas informações.

A noção de que qualquer fonte de informação está sujeita à influências de interesses particulares, opiniões pessoais e erros de interpretação, deve ser estabelecida.

A partir disso pode-se estimular a busca por fontes diretas de informações, ao invés de fontes secundárias, que apenas reproduzem informações obtidas por terceiros.



### Ideias

Diversos sítios eletrônicos divulgam informações com rigor científico.

Enciclopédias eletrônicas como a Wikipédia e a Encyclopædia Britannica são boas fontes iniciais de pesquisas, mas suas referências podem ser visitadas para coleta de dados diretos.

Em sítios de busca como o Google Acadêmico e o Periódicos Capes, conteúdo acadêmico, textos técnicos e artigos científicos sobre qualquer tema podem ser encontrados.

Páginas de divulgação científica, como a Scientific American Brasil, Pesquisa FAPESP, Scienceblogs Brasil e Universo Racionalista, divulgam informações se preocupando com o rigor das suas fontes acadêmicas.

Bancos de dados como os do IBGE, do INEP, da NASA, o Apolo 11, o Google Earth, e a página de visualização de dados do Globe Program, podem ser visitados para obtenção de diversos dados estatísticos e brutos.



### Orientações

Atualmente as primeiras fontes de informação consultadas em pesquisas são sítios eletrônicos de busca na internet. Com a atual facilidade de acesso à informação, praticamente qualquer tema abordado na escola estará disponível em diversas páginas da internet.

Apesar de ser uma excelente ferramenta de pesquisa, a facilidade de produção e manipulação de informações permite a divulgação de conteúdo sem um controle da sua qualidade e veracidade. Cabe ao professor

estimular o senso crítico dos estudantes quanto à seleção de informações.

Os exercícios de buscar múltiplas fontes de informações e investigar as fontes originais do conteúdo podem conduzir estudantes à pesquisas mais criteriosas.

Procurar nas listas de referências de uma página pela indicação do sítio original das informações e recorrer apenas a elas para coletar os dados, é uma estratégia para obter conteúdos mais fiéis aos fenômenos estudados.



## H7. Buscar informações científicas

**Buscar informações científicas** envolve a seleção e uso de fontes de informações cientificamente válidas, como fontes diretas e materiais técnico-científicos.

Fontes diretas de informação podem envolver observações de fenômenos no seu local de ocorrência, levantamentos de dados, entrevistas, experimentos controlados, análise de documentos produzidos em um contexto, etc.

Fontes indiretas de dados com validade científica incluem artigos científicos, textos técnicos, enciclopédias, livros didáticos, materiais de divulgação científica, bancos de dados, arquivos históricos, acervos artísticos, etc.

A seleção das fontes de informação é parte importante do processo investigativo e, como em um trabalho científico, os estudantes podem definir as fontes e o período de produção do material estudado antes de iniciar a pesquisa.



### Ideias

Dependendo de como um pergunta é elaborada ela pode motivar a investigação de sítios eletrônicos, não para obter conhecimentos prontos, mas para coletar dados brutos que precisarão ser analisados. Alguns exemplos:

“É possível definir o nível de entendimento da população sobre determinada substância química com base nos comentários em páginas de notícias sobre o produto?”

“Qual a porcentagem de estudantes da escola que já se autodiagnosticaram utilizando a *Wikipedia* e não buscaram acompanhamento médico?”

“Quais características de vídeos educacionais fazem com que eles sejam mais visualizados no *Youtube*?”

“O padrão de postagens no *Facebook* de uma pessoa de direita pode ser diferenciado do de uma pessoa de esquerda?”



### Orientações

Estimular estudantes a recorrerem a fontes diretas de dados em suas pesquisas pode ser feito de diversas maneiras.

Exigir, como critério de avaliação, que parte das informações seja coletada de forma direta em um material ou com procedimentos específicos, é uma alternativa. No entanto isso limita a liberdade do estudante de definir como executará sua coleta de dados.

A melhor alternativa para incentivar esse tipo de investigação é elaborar uma pergunta

que não possua respostas prontas em algum lugar.

Perguntas que questionam sobre opiniões ou relatos de pessoas específicas, pedem a mensuração de fenômenos locais, a observação de algo do cotidiano, ou um levantamento de dados originais, exigem que o estudante entre em contato direto com as fontes de informações.



## H8. Usar procedimentos científicos

**Usar procedimentos científicos** envolve selecionar e usar corretamente os métodos e instrumentos científicos mais adequados para obter informações que podem ajudar a solucionar uma situação-problema.

Diversos métodos e procedimentos para coletar dados diretos podem ser usados, como análise documental, experimentos em situações controladas, produção e teste de produtos ou processos, reprodução de técnicas em novos contextos, entrevistas, questionários, simulações, observação, registro e descrição de situações reais, etc.

Aspectos metodológicos importantes devem ser considerados, como o controle de variáveis e influências externas, repetições de amostras para diluir resultados anormais, uso de controles negativos e positivos, padronização de procedimentos e influências em todas as amostras, cuidado na coleta de dados e imparcialidade das análises.



### Ideias

A partir da pergunta de investigação, professor e estudantes podem discutir e definir quais procedimentos metodológicos devem ser usados.

“Quais alimentos industrializados consumidos por jovens são mais saudáveis, considerando seus corantes e conservantes?”, Para esta pergunta poderiam ser identificados os alimentos consumidos pela comunidade escolar, depois consultas aos seus ingredientes e, finalmente, pesquisas bibliográficas para identificar os menos prejudiciais.

“Qual a taxa de estudantes da educação básica que cometem atos de corrupção?”. Nesta pesquisa, primeiro deveriam ser caracterizados o que seriam “atos de corrupção”, em seguida, um levantamento com a comunidade poderia identificar quantos alunos cometem aquelas ações.



### Orientações

O nível de rigor metodológico em pesquisas escolares deve ser modulado de acordo com a experiência dos alunos com esse tipo de investigações.

No início de um período letivo, os estudantes podem se envolver em pesquisas curtas e ser deixados mais à vontade para definir e aplicar métodos de investigação. Num primeiro momento o professor deve se focar em estimular à pesquisas de fontes diretas, já o contato com coletas de dados em campo, por si só, pode gerar aprendizagens e descobertas.

Com o retorno dessas primeiras atividades se inicia o trabalho de envolver todos os estudantes em discussões sobre o rigor dos métodos e a confiabilidade dos resultados.

Diversos conceitos podem ser discutidos, em caráter formativo, como o de pré-teste dos métodos, coleta de dados por mais de uma pessoa, treinamento e padronização dos coletores, seleção do grupo de estudo, repetições, definição de grupo controle e grupo experimental, comparação de resultados entre grupos, minimização de influências externas, etc.



## C3. Proposição

**Proposição** envolve todos os processos onde conhecimentos são articulados para a criação ou planejamento de algo que busque contornar, minimizar, explicar ou solucionar um problema, como:

Articular conhecimentos para produzir algo novo ou aplicar algo que já existe em um novo contexto.

➔ Planejar ações e investigações tendo em vista seus possíveis resultados.

➔ Usar ferramentas do raciocínio lógico dedutivo ou indutivo para extrapolar conclusões a partir de dados.

➔ Articular conhecimentos e evidências para fundamentar uma argumentação consistente.

➔ Elaborar conclusão coerente a partir de dados.

➔ Formular modelo explicativo para um fenômeno.

➔ Criar um produto ou processo com aplicação na realidade.



## Ideias

O foco de atividades de investigação científica deve ser a identificação de problemas e busca por soluções práticas para eles.

Ao direcionar uma investigação para a produção de algo útil, a atividade pedagógica pode reforçar o sentimento de importância das ciências e tecnologias.

Um professor pode definir que os seguintes critérios para uma atividade:

Identificação e descrição de um problema do cotidiano.

Proposta de uma solução prática e aplicável.

Aplicação e teste dos efeitos da proposta sobre o problema.

Elaboração de um produto material para apresentar e orientar ao uso da proposta. Como um produto funcional, instruções de um processo ou um material educacional para divulgação uma nova descoberta.



## Orientações

Em uma investigação há processos de proposição em todos os momentos, da identificação do problema à apresentação final dos resultados. Um professor pode encarar cada etapa como um desafio a ser vencido pelos estudantes e a estratégia usada por eles, como a proposta para vencer aquela etapa.

Na definição da pesquisa, os estudantes devem elaborar uma descrição da situação-problema (H1), como uma justificativa da pesquisa e uma pergunta de investigação (H2).

Ao planejar a investigação, eles podem elaborar uma hipótese (H9) e a proposta de pesquisa (H10, H11).

Ao coletar os dados eles podem elaborar relatórios (H15, H16).

Em seguida eles devem analisar os dados e propor conclusões (H12).

Finalmente eles podem produzir um material de divulgação que apresente sua pesquisa, a solução encontrada e sua aplicação na sociedade (H14, H5)



## H9. Formular hipóteses

**Formular hipóteses** envolve a capacidade de articular conhecimentos para formular respostas, explicações ou intervenções viáveis para responder perguntas ou solucionar problemas.

Uma hipótese pode ser encarada como uma possível solução para um problema, sem o compromisso de estar correta ou ser a melhor alternativa, mas algo em que se apoiar enquanto não se encontra uma solução melhor.

O objetivo dessa resposta temporária é organizar o conhecimento que se tem até o momento e fornecer uma base conceitual para a tomada de decisões posteriores. As consequências dessas ações trarão resultados positivos enquanto os termos da hipótese se mostrarem corretos. Por outro lado, resultados inesperados ou negativos indicam que a hipótese possui falhas ou não se aplica àquele contexto e deve ser reformulada.

A formulação da hipótese, assim como a formulação de perguntas (H2), deve considerar relações entre termos manipuláveis, de forma que seja possível testá-la para confirmar ou refutar sua validade.



### Ideias

O modelo “considerando X, a solução é Y”, pode ser usado para propor Respostas, Explicações ou Soluções para situações-problema.

Por que a Sala fica tão quente a tarde?

Resposta: A sala fica quente porque o Sol aquece o telhado e o telhado aquece o ar da sala.

Qual é o melhor produto para higienizar as mãos?

Explicação: Considerando a praticidade e a eficácia, o melhor seria lavar com água e sabão.

Como evitar a contaminação ambiental causada por baterias de lítio.

Solução: Com ações de conscientização sobre os problemas do descarte inadequado de baterias para os jovens.



### Orientações

Mesmo que um estudante não saiba como solucionar um problema, estimulá-lo a elaborar hipóteses pode levá-lo a articular seus conhecimentos e raciocinar sobre a situação problema (H1 e H2).

É importante que o professor estabeleça a noção de que todas as respostas e propostas de soluções são válidas, criando um espaço para participação e contribuições dos estudantes.

Elaborar uma hipótese envolve considerar

um problema (H2) e propor uma possível explicação, resposta ou solução. O modelo “considerando X a solução é Y”, pode ser usado nos três casos.

Além de propor soluções, é importante que as hipóteses envolvam termos executáveis, manipuláveis e testáveis. A necessidade de testar e validar ideias é o que caracteriza o rigor científico (H6).

Testar a hipótese pode envolver o raciocínio dedutivo (H11) e seguir o modelo “Considerando X, se for feito Y, ocorrerá Z”.



## H10. Planejar investigações

**Planejar investigações** envolve a aplicação de conhecimentos sobre estratégias de pesquisa na seleção das ações, métodos e instrumentos mais adequados para coletar dados que possam solucionar uma situação-problema.

Esta habilidade envolve parte do trabalho intelectual realizado antes do início efetivo de uma investigação. A produção de um plano de investigação deve considerar os termos da pergunta (H2) e da hipótese (H9) que norteiam a pesquisa, e levar a decisões em função da melhor maneira de atender a elas. Quando esses elementos são elaborados com termos testáveis, já indicam um curso de ação a ser seguido.

Planejar uma investigação é um trabalho de raciocínio que pode se estender para toda a duração de uma pesquisa. Antes de iniciar a coleta de dados, o investigador pode considerar diferentes estratégias e suas possíveis consequências (H11). E, ao longo da pesquisa, atenção constante deve ser dada aos efeitos dos métodos usados, verificando se eles produzem o tipo de resultado esperado. Caso não, novos planos e ajustes nos métodos devem ser feitos, prezando pela qualidade e rigor dos dados.



### Ideias

Estudantes e professor podem discutir e sugerir estratégias para aprimorar o rigor metodológico das pesquisas.

Na ideia de pesquisa sobre higienização das mãos, como os estudantes pretendem avaliar a eficácia das técnicas?

Com materiais caseiros, gelatina e caldo de carne é possível improvisar placas de meio de cultura, para crescimento microbiano.

Vários estudantes poderiam repetir os mesmos procedimentos, sujar suas mãos e higienizar cada dedo com uma técnica.

Um dedo poderia servir de controle negativo e não ser higienizado.

A mesma placa poderia ser dividida em seções e cada dedo usado para inocular uma seção.

Após alguns dias os resultados de cada aluno poderiam ser reunidos e analisados.



### Orientações

Tanto esta habilidade, quanto a “H9: formular hipótese” e a “H11: Prever resultados” podem ser trabalhadas em conjunto, como um único momento de reflexão sobre os objetivos, o curso de ação e os possíveis resultados das investigações.

Apesar de ser possível identificar cada habilidade separadamente, em atividades de curta duração, há pouco tempo para planejamento. Assim, por meio de uma conversa o professor pode orientar os alunos e detectar como eles desenvolvem cada habilidade.

Algumas observações e questionamentos que podem ser feitos para auxiliar nessa etapa são:

- 1) Qual o objetivo da pesquisa?
- 2) Como se pretende alcançar esses objetivos?
- 3) Que estratégias serão usadas para garantir dados confiáveis?
- 4) Que tipos de resultados são esperados?
- 5) Se os resultados esperados não forem encontrados, o que isso significa?



## H11. Prever resultados

**Prever resultados** envolve reconhecer padrões e usar ferramentas do raciocínio lógico para prever a evolução de fenômenos, resultados de processos ou fazer extrapolações de conclusões.

A compreensão e uso de elementos do raciocínio lógico matemático, indutivo e dedutivo, podem ser aproveitados em diferentes momentos de uma investigação.

Relações dedutivas podem ajudar a interpretar fenômenos e entender a relação entre seus elementos constituintes. Relações matemáticas de causa e efeito entre fatores podem ser usadas durante a formulação de perguntas e hipóteses. Comparação de fenômenos e previsão de consequências pode ajudar a selecionar métodos de investigação. Extrapolação de significados podem orientar na formulação de conclusões. O raciocínio indutivo pode permitir que descobertas pontuais sejam generalizadas e aplicadas em contextos diversos.



### Orientações

O raciocínio lógico é usado no modelo científico tradicional, também chamado de hipotético-dedutivo, onde hipóteses são formuladas, testadas e extrapoladas.

O raciocínio dedutivo é útil para elaborar conclusões a partir de informações aparentemente isoladas. O que ocorre regularmente nas ciências, quando ainda não se tem informações suficientes sobre determinado assunto.

É possível usar o pensamento dedutivo para testar a validade de hipóteses (H9). Ao

Considerar a hipótese como verdadeira, pode-se tentar prever o resultado de uma ação. O modelo “*considerando X, se for feito Y, ocorrerá Z*” ilustra essa relação e permite propor testes práticos para coletar dados e testar hipóteses.

Essa previsão permite estudar se ações sobre o fenômeno Y produzem os resultados esperados, Z. Quando o resultado não ocorre como esperado, a hipótese é refutada e deve ser reformulada ou descartada. Se a previsão se concretizar, a validade da hipótese resiste, indicando que ela é válida no contexto testado.



### Ideias

Usando o modelo dedutivo: “considerando X, se for feito Y, ocorrerá Z”, podemos propor testes para hipóteses.

“O aquecimento do telhado pelo Sol é uma das causas do calor na sala (X), então se cobrirmos o telhado (Y), impediremos que ele seja aquecido e a sala não ficará tão quente (Z).”

“O descarte descuidado de baterias pode contaminar o solo e a água (X), com ações de educação ambiental (Y) os jovens serão conscientizados e mudarão seus hábitos de descarte de baterias (Z).”

“Mesmo com tantos produtos de higiene pessoal (X), se compararmos a praticidade e eficácia deles (Y), água e sabonete serão a melhor alternativa para higienização as mãos (Z).”



## H12. Propor soluções

**Propor soluções** envolve os processos de revisão dos conhecimentos adquiridos a fim de produzir um argumento, conclusão ou solução concreta para uma situação-problema.

Esta é uma das etapas finais de qualquer processo investigativo, o momento onde todas as informações adquiridas devem ser articuladas para que um sentido geral seja extraído delas.

Esse sentido pode ser um argumento que obteve respaldo nos dados concretos pesquisados e será defendido com propriedade.

Pode ser uma conclusão que define se a hipótese foi confirmada ou refutada, depois da análise de uma série de informações.

Ou pode ser uma solução para uma situação-problema, resultado do desenvolvimento e aplicação de uma ideia, testes e verificação da validade e funcionalidade daquilo.



### Ideias

Muitos exemplos de jovens que encontraram soluções inovadoras para problemas, podem inspirar alunos e professores a tentarem o mesmo.

Pesquisar os registros de prêmios, olimpíadas e feiras científicas pode ser uma atividade interessante para encontrar ideias para novas investigações.

*O Prêmio Criativos da Escola, o Prêmio Respostas para o Amanhã e a Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente*, são exemplos de prêmios nacionais para pesquisas com impacto social.

*A Feira Brasileira de Ciência e Engenharia -FEBRACE-* é uma das maiores feiras científicas do Brasil e recebe a cada ano grandes quantidades de trabalhos escolares.

*A Google Science Fair e o prêmio Village to Raise a Child* são prêmios que reúnem investigações de jovens do mundo todo.



### Orientações

Qualquer pessoa pode se envolver em uma investigação ou teste de uma ideia, encontrar uma solução para um problema e acabar criando algo novo de grande utilidade no cotidiano. No entanto, nossos jovens não possuem essa percepção.

Nas mídias sociais podem ser encontrados diversos exemplos de crianças e jovens que fizeram pesquisas simples e encontraram soluções inovadoras para problemas.

Ao conhecer esses casos de sucesso é possível notar alguns elementos em comum entre eles.

1. Os jovens trabalham sobre problemas da sua vida e do seu ambiente (H1);
2. Uma busca por respostas (H2), um objetivo a ser alcançado (H9) ou uma ideia a ser testada (H12) motivaram a pesquisa;
3. Informações foram coletadas em contato direto com o fenômeno (H6, H7, H8);
4. Conceitos científicos foram aplicados à prática (H3) e diferentes conhecimentos foram articulados (H4, H5)
5. Os resultados foram formalizados (H12) e divulgados em eventos (H14, H16)



## C4. Comunicação

**Comunicação** envolve qualquer forma de comunicação, escrita, pictográfica ou oral, e todas as linguagens, como a portuguesa, a estrangeira, a científica, a matemática, a artística e a de programação.

A comunicação envolve uso, compreensão e a capacidade de correlacionar linguagens. Ela é notada quando alguém:

- ➔ Percebe uma forma de comunicação e entende seu significado.
- ➔ Identifica informações centrais e periféricas de uma informação e consegue reorganizá-las.
- ➔ Elabora uma comunicação coesa e coerente usando adequadamente uma linguagem.
- ➔ Traduzir informações entre tipos de linguagens.
- ➔ Usa e entende gráficos, tabelas, fórmulas, figuras e símbolos como comunicação.
- ➔ Produz descrição de fenômeno, relatório de atividades, ata de reunião, cita fontes, organiza referências bibliográficas, apresenta de dados quantitativos ou qualitativos, etc.



## Orientações

Existem diferenças entre saber usar uma forma de comunicação (alfabetização) e dominá-la efetivamente (letramento).

Uma pessoa alfabetizada pode saber ler, escrever e falar em uma linguagem, mas pode apresentar dificuldades em interpretar significados, expressar ideias e se aproveitar plenamente das potencialidades sociais da comunicação.

No processo educacional, um educador deve buscar promover um domínio mais pleno

da comunicação, deve promover o letramento dos estudantes.

Um indivíduo letrado em uma linguagem é capaz de compreendê-la a ponto de conhecer suas aplicações, limitações e potenciais. Ele pode expressar ideias, raciocinar e interpretar fenômenos usando seus termos e traduzir informações a partir dela e para ela.

O letramento depende de contato, exercício e aplicação da linguagem em diferentes contextos e múltiplas oportunidades.



## Ideias

Ao longo de uma investigação existem múltiplas oportunidades para exercitar diferentes tipos de comunicação.

Ao elaborar uma pergunta, hipótese ou planejar uma investigação, podem ser usados termos quantitativos, matemáticos e estatísticos.

Ao conduzir uma pesquisa, a produção de um diário de bordo ou ata exigem o uso de linguagem coesa, sucinta, descritiva e analítica.

A compilação e apresentação de dados pode ser feita em tabelas, gráficos ou quadros.

A conclusão de uma pesquisa envolve a capacidade de articular informações, perceber padrões e extrair significados.

A apresentação de uma ideia pode ser feita por meio de mapas conceituais ou figuras e ser organizada como um pôster de congresso.



## H13. Dominar a língua formal

**Dominar a língua formal** envolve as capacidades de captar, interpretar e articular ideias, entendendo e se fazendo entender, na modalidade formal da língua oral e escrita.

Esta habilidade não se relaciona a uma linguagem ou idioma específico, podendo ser verificada tanto na linguagem nativa de uma pessoa quanto em outras, que venha a aprender.

O domínio desta habilidade relacionada a um idioma indica que uma pessoa é alfabetizada naquela língua e, portanto, deve ser capaz de:

- ➔ Identificar o sentido geral, os elementos centrais e os periféricos, em comunicações orais ou escritas;
- ➔ Aplicar adequadamente a norma formal da língua, ao produzir comunicação;
- ➔ Interpretar e trabalhar com informações, relacionando, reorganizando, exemplificando, aplicando em outras situações, etc;



### Ideias

O uso adequado da linguagem pode ser verificado ao longo de diversos momentos de uma investigação, mas é em trabalhos escritos que essa habilidade fica mais explícita e pode ser avaliada adequadamente.

Considerando que em muitos trabalhos, parte das informações pode ter sido extraída de outras fontes, o documento mais representativo da capacidade de comunicação real de um estudante é o diário de bordo.

Esse registro constante das atividades, escrito em primeira pessoa e com as palavras dos estudantes, pode fornecer mais do que informações sobre a pesquisa. Pode revelar com detalhes o grau de domínio do autor sobre todas as habilidades de comunicação.



### Orientações

O entendimento e o uso adequado da linguagem podem ser critérios de avaliação constante nas produções elaboradas ao longo de uma investigação.

Para aprimorar propostas pedagógicas que envolvam a produção de materiais de comunicação específicos, professores de ciências e de linguagens podem colaborar. Características de produção textual e de comunicações técnicas (H16) podem ser trabalhadas por meio de propostas interdisciplinares.

Em conjunto, pode ser feito um trabalho de acompanhamento e intervenção para o aprimoramento das capacidades de comunicação dos estudantes.

Nesse processo o professor de ciências pode voltar sua atenção para as capacidades dos estudantes de entender e executar adequadamente as propostas de trabalho, de selecionar informações adequadas em coletas de dados ou de comunicar adequadamente suas atividades.



## H14. Construir comunicação

**Construir comunicação** envolve as capacidades de interpretar e articular comunicações coesas, coerentes e com progressão temática adequada.

Construir comunicação se associa à uma apropriação mais plena das consequências e potencialidades sociais da comunicação, o que pode ser entendido como o letramento de um indivíduo. Uma pessoa letrada em um idioma é capaz de:

- ➔ Compreender e construir comunicações com sentidos mais amplos ou subliminares, como as diversas figuras de linguagem.
- ➔ Entender as aplicações, limitações e potenciais de uma linguagem, de forma a se aproveitar disso nas interações sociais.
- ➔ Expressar ideias, raciocinar e interpretar fenômenos usando os termos daquela linguagem.
- ➔ Traduzir informações a partir dessa linguagem e de outras para ela.



### Orientações

Em atividades investigativas reais, há intensa comunicação entre os envolvidos, para troca de informações, discussão de planos de ação e compartilhamento de do que foi descoberto e entendido. Há ainda mais comunicação nessas atividades, do que em propostas não investigativas.

Esses espaços permitem o acompanhamento e avaliação em conjunto da “H13: Dominar linguagem formal” e desta habilidade.

Considerando o caráter social do letramento, é em momentos de trabalho coletivo, divisão de tarefas, confronto de opiniões e argumentação, que se pode detectar o grau de desenvolvimento desta habilidade.

Assim, o professor deve dar liberdade para que esse momento ocorram e estimular os estudantes a participarem. Enquanto isso, ele se mantém próximo, observando e orientando as pesquisas ao mesmo tempo que avalia os estudantes.



### Ideias

Atividades que levam o estudante ao confronto de ideias permitem identificar suas capacidades de construir comunicações.

Promover apresentações de pesquisas levam os estudantes a articularem suas ações em uma comunicação didática.

Quando são questionados quanto aos métodos e conclusões, eles podem precisar recorrer à outras estratégias explicativas.

Promover debates onde dois pontos de vista diferentes devem ser confrontados, pode estimular a argumentação.

Em propostas de avaliação pelos pares com critérios definidos, pode-se chamar atenção para elementos da comunicação nas suas apresentações e nas dos outros, promovendo melhorias.



## H15. Dominar diferentes linguagens

**Dominar diferentes linguagens** envolve as capacidades de usar e compreender diferentes formas de comunicação não textual, como figuras, tabelas, gráficos, símbolos, códigos, fórmulas, mapas, modelos, esquemas, ilustrações, etc.

Todas as características da “H13: Dominar Linguagem Formal” podem ser aplicadas a esta habilidade, considerando essas formas variadas de comunicação.

A importância de utilizar e aplicar diferentes formas de comunicação é reforçada pela tendência das mídias sociais de reduzir o uso e a extensão de textos. O uso crescente de formas de comunicação alternativas como imagens, vídeos, memes, infográficos, mapas conceituais e ícones, deve ser considerado como um padrão social. E alfabetizar os jovens nessas formas de comunicação podem contribuir para sua capacidade de obter informações e comunicar suas ideias.



### Ideias

Atividades variadas podem ser usadas com o intuito de exercitar a interpretação e uso de diferentes linguagens.

Apresentar gráficos da variação de gases e da temperatura média do planeta nos últimos séculos ou da variação de concentração de carbono e alteração de pH na circulação sanguínea, podem fornecer boas situações-problemas para motivar estudos.

Pedir a produção de uma vídeo-aula inovadora sobre o tema “atrito” pode levar os alunos a estudarem o tema e explorarem diferentes maneiras de representar e comunicar os fenômenos envolvidos.

Motivar a coleta de dados na escola e elaborar pirâmides etárias pode levar estudantes a exercitarem diversas formas de registro de dados quantitativos.



### Orientações

Em disciplinas escolares diversas formas de comunicação são utilizadas, como mapas, gráficos, modelos, fórmulas químicas, equações matemáticas e estruturas moleculares.

Enquanto muitos desses elementos são recorrentes na sociedade, alguns são restritos a contextos ou carreiras específicas. Enquanto isso, algumas formas de comunicação muito presentes na vida em sociedade, em especial nos meios de comunicação e redes sociais, não encontram muitos espaços para exercício na educação formal.

Considerando que a escola possui como atribuição formar para a atuação em sociedade, o uso de formas de comunicação mais diversificadas deve ser estimulado.

Mas, tão importante quanto ensinar a ler, ensinar a se expressar por esses termos deve ser mais valorizado. Exercícios de produção de comunicação e tradução para as linguagens das ciências e matemática ainda são raros, o que dificulta o verdadeiro letramento do estudante nessas linguagens.



## H16. Produzir Comunicação Técnica

**Produzir comunicações técnicas** se relaciona com a capacidade de compilar informações usando linguagem técnica, direta, objetiva e sucinta que para relatar uma atividade, descrever um processo, orientar ao uso de um produto, apresentar resultados, etc.

Ao produzir uma comunicação técnica, três preocupações devem ser constantes: o rigor científico, a objetividade e a didática.

O rigor científico cobra que a comunicação seja construída de forma a dar todas as informações necessárias para que um leitor seja capaz de reproduzir o procedimento e atingir os mesmos resultados.

A objetividade dita que um texto técnico deve apresentar informações de forma sucinta, direta, impessoal, livre de valores e opiniões pessoais do autor.

A didática pede que o autor produza uma comunicação clara, com progressão das ideias e adequada para que um leitor leigo possa compreender o que é comunicado ali.



### Ideias

Comunicações técnicas podem ser estimuladas ao se definir que os trabalhos escolares deverão seguir o padrão de artigos científicos, com introdução (H1, H2, H3, H9), metodologia (H6, H7, H8, H10), resultados (H4, H5, H15), discussão e conclusões (H4, H5, H6, H12, H14).

Ao ter que fragmentar informações nessas seções um estudante deve refletir sobre quais informações são pertinentes a cada trecho e o texto pode assumir, naturalmente, certa objetividade.

Como cada seção é isolada das demais elas podem se tornar várias pequenas construções didáticas, com início, meio e fim.

O rigor ainda precisaria ser estimulado por outras maneiras, pois não tem tanta relação com a estrutura das informações.



### Orientações

A produção de uma comunicação técnica pode ser a etapa final de qualquer atividade investigativa e é uma excelente oportunidade para formalizar as aprendizagens.

Além de exposições orais, documentos como relatórios de atividades, artigos de pesquisa, textos de divulgação científica, pôsteres de congresso e materiais educacionais podem ser elaborados

Independente da forma utilizada, esses materiais devem comunicar de forma sucinta

as atividades realizadas em todas as etapas da pesquisa e seus resultados.

A produção desses materiais pode servir como pré-requisito e subsidiar diversos usos pedagógicos, como exposições, apresentações, feiras de ciências, estudos coletivos, debates, propostas de intervenção social, ações de educação ambiental, etc.

Durante essas atividades todos os aspectos e habilidades envolvidas nas investigações podem ser discutidos e reforçados com os estudantes.

## Referências Bibliográficas

- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: *Journal of Science Teacher Education*, 2006, 17:265–278, Springer 2006
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: aval. políticas .públicas .Educacionais*. vol.22, n.83, p. 267. 2014
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000
- BRASIL. Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Redação no ENEM 2016 Cartilha do Participante. Brasília-DF. 2016
- BRASÍLIA. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM: documento básico. Brasília: INEP, 2002
- BRASÍLIA. Centro de Promoção e Elaboração de Eventos (CEBRASPE). PAS 1 – Subprograma 2017-2019 - Matriz de Objeto de Avaliação do PAS - Primeira Etapa. 2017. Disponível em: <<http://www.cespe.unb.br/PAS/>> . Acesso em 24.03.2017
- CHIN, C. & KAYALVIZHI, G. Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, n.20(2), p. 269-287. 2002
- CHIN, C. & OSBORNE, J. Students' questions: a potential resource for teaching and learning science, *Studies in Science Education*, 44:1, 1-39, 2008
- DEWEY, J. Science as subject-matter and as method. *Science*, 31, 121–127. 1910
- DEWEY, J. *How We Think. A Restatement of the Relation of Reflective Thinking*. D. C. Heath and Company, 1933. 301 p.
- DEWEY, J. *Experiência e Natureza: lógica: a teoria da investigação: A are como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral*. São Paulo: Abril Cultural, 1980
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*. [online]. v.17, n.2, p. 421-431, 2010
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005
- KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice*. Vol. 41, N. 4, 2002
- MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. *Revista Ensaio*. V.5 n°2, p 73 – 91, 2003
- MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa crítica/Aprendizaje significativo crítico. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em 20/10/2015
- MOREIRA, M.A., e OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v.10, n.2: p.108-117, 1993
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 2007, V.9 n°1.
- SOARES, Magda. *Letramento: um tema em três gêneros*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- TAMIR, P. *Work in school: na analysisof current pratic*, in Brian Woolbough (ed), *Pratical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1990 (cap.2).
- ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set-dez, 2011



## APÊNDICE 2. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS.

### ORIENTAÇÃO 1 – DIÁRIO DE BORDO

O Diário de Bordo é um documento essencial no desenvolvimento de seu projeto. Nele, você registra todas as etapas da sua pesquisa, da ideia inicial até seus resultados e conclusões. Os registros no Diário de Bordo são a base para a elaboração de outros documentos como relatórios de projeto, planos de pesquisa e projetos mais detalhados.

O Diário de Bordo é um caderno ou pasta no qual os estudantes registram as atividades realizadas ao longo do projeto. Estes registros devem ser detalhados e precisos, contendo datas, locais, ações, investigações, entrevistas, testes, resultados e suas análises. Como o próprio nome diz, este é um Diário que será preenchido ao longo de todo o trabalho, trazendo anotações, rascunhos e qualquer ideia que possa ter surgido no decorrer do desenvolvimento do projeto.

OBS: Grandes feiras nacionais e internacionais exigem a apresentação de um Diário de Bordo. Algumas, como a FEBRACE, valorizam a produção manuscrita deste instrumento, que pode ser elaborado em um caderno de capa dura.

#### **Estrutura do documento**

O Diário de Bordo é produzido continuamente ao longo de todo o projeto e é composto por registros dos dias em que os alunos se envolveram com sua investigação. Cada registro deve conter:

- Data e local da atividade;
- Descrição detalhada das ações desenvolvidas (descrição de entrevistas, experimentos, observações);
- Registro dos resultados alcançados (registro de falas, medidas, fenômenos observados); e
- Registro das descobertas, conclusões, novas perguntas, próximos passos e objetivos.

#### **Registro de métodos e resultados**

Um dos aspectos mais importantes do Diário de Bordo é o registro dos métodos e dos resultados das investigações. As ações dos alunos devem ser descritas de forma direta e clara, permitindo ao leitor compreender e até repetir o que os alunos fizeram. Seus resultados também devem ser registrados com o máximo de detalhes: entrevistas devem ter ao menos as suas partes mais importantes transcritas; experimentos devem ser medidos e no diário podem ser montados tabelas ou gráficos; observações de fenômenos devem ser descritas, mencionando o local e as condições onde aquilo foi observado; além disso, fotografias de momentos diversos podem ser feitas e adicionadas ao diário.

#### **Registro de acerto e erros**

Uma investigação científica é um processo de tentativa e erro, os cientistas estão continuamente encontrando resultados negativos, reformulando sua atividade e tentando de novo. É muito importante que os alunos registrem quando algo dá errado, quando cometeram um engano e quando percebem que algo indevido afetou sua

pesquisa. Descrever os erros e indicar como eles serão corrigidos demonstra credibilidade e é muito valorizado na Ciência.

### **Avaliação**

Como o Diário de Bordo não tem um fim definido, os professores podem cobrar a entrega dele a qualquer momento, para avaliar o andamento das pesquisas até ali. Nesses momentos os seguintes critérios serão observados:

#### **Critérios de Avaliação**

- Estrutura do documento: Elaborar registros com data e local, bem organizados e legíveis;
- Compreensão da proposta: Demonstrar ter compreendido a proposta do documento, escrevendo registros periódicos que relatam cronologicamente as etapas da pesquisa, o que foi feito e o que foi descoberto;
- Qualidade técnica dos registros: Escrever de forma direta e coesa, sem dar detalhes demais, a ponto de os registros ficarem muito grandes e cansativos, ou de menos, a ponto de não descreverem bem o que foi feito e descoberto.
- Uso de múltiplas linguagens: Usar formas de comunicação adequadas para cada situação, texto descritivo para fenômenos, transcrições de entrevistas, tabelas e gráficos para valores numéricos, etc.

## APÊNDICE 3. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

### ORIENTAÇÃO 2 – PRÉ-PROJETO DE PESQUISA

O Pré-Projeto de Pesquisa é o documento onde os alunos apresentam suas ideias de projetos para a Feira de Ciências, assim como outros elementos da investigação científica. Esse documento permite ao leitor conhecer a proposta de pesquisa e ter uma noção dos procedimentos que serão desenvolvidos ao longo da investigação pelos alunos.

A proposta desse trabalho é conduzir os alunos a identificarem problemas do seu ambiente, proporem soluções para esses problemas e testarem se essas soluções realmente afetam ou solucionam o problema. A solução pode ser um produto ou um processo, e ela pode ser algo inteiramente novo, ou uma modificação de algo que já existe. Independentemente do que seja, essa proposta deve tentar melhorar a qualidade de vida de algum ser vivo ou revelar a resposta para uma questão até então sem solução.

#### **Estrutura do documento**

O pré-projeto deve ser digitado e impresso em fonte Arial 12, espaçamento simples entre linhas, todas as margens com 1,5 cm, texto justificado, com os títulos de cada seção identificados em negrito e precedidos de uma linha de espaçamento. Cada seção deve ser escrita imediatamente abaixo do seu título, sem espaçamento, de forma impessoal, direta, coesa e coerente.

O texto, em formato de relatório, não apresenta capa, contracapa ou páginas adicionais. Na primeira página deve constar cabeçalho, com identificação da escola, série/turma e nomes completos dos alunos. O conteúdo do Pré-Projeto de Pesquisa já se inicia na primeira página.

Os tópicos presentes no trabalho são:

- I. **Título:** Apresentação geral do assunto da pesquisa. Pode ser elaborado de forma atraente, para despertar o interesse e curiosidade do leitor.

*Ex: Ilusões de óptica na mídia: Será que a televisão pode te iludir?*

- II. **Tema:** Detalhamento do assunto da pesquisa. Deve ser expresso em uma frase com o máximo de detalhes sobre a abordagem que o grupo pretende dar ao tema.

*Ex: “Análise da possibilidade de uso de ilusões de óptica por empresas de comunicação para influenciar padrões de consumo.”*

- III. **Pergunta:** O problema a ser resolvido pelos alunos deve ser escrito com o máximo de detalhes possível.

*Ex: “É possível usar ilusões sensoriais para afetar como um consumidor percebe determinado produto e influenciá-lo a consumir aquilo?”*

- IV. Justificativa:** Poucos parágrafos identificando a importância de ter o problema resolvido, suas aplicações e sua relevância para a sociedade.

*Ex: Em relação ao uso de ilusões em propagandas, os alunos descrevem casos onde o fenômeno foi observado, uma estimativa dos seus impactos no consumidor e uma proposta de como usar tais ilusões para promover um produto.*

- V. Hipótese:** Uma frase ou um parágrafo curto, apresentando uma possível solução para a pergunta apresentada. Essa solução não precisa estar correta, funcionar ou ser inovadora, mas deve ser elaborada com base em estudos e leituras preliminares sobre o tema.

*Ex: “O uso de estímulos sensoriais táteis na embalagem de um produto desconhecido podem despertar o interesse do consumidor, fazendo com que ele compre aquilo, mesmo que não tenha necessidade.”*

- VI. Objetivos:** Um parágrafo listando os objetivos gerais da pesquisa, as metas a serem alcançadas até o fim do projeto. Podem ser apresentados na forma de tópicos.

*Ex: “Avaliar o quanto certas texturas despertam o interesse das pessoas (...); testar o apelo ao consumidor de certas embalagens (...).”*

- VII. Embasamento teórico:** Pesquisa bibliográfica sobre o tema geral e sobre a abordagem específica enfocada pelos alunos. O texto não deve ter mais do que duas páginas e deve explorar de forma clara e abrangente as bases teóricas do tema, de forma que um leitor leigo possa entender todas as informações necessárias para poder avaliar o trabalho. Algumas informações que devem constar, são: o conhecimento científico atual sobre o tema; exemplos de pesquisas parecidas já realizadas e suas descobertas e; a relevância do tema para a sociedade e/ou para a vida dos alunos.

Ao longo de todo o trabalho, sempre que uma nova informação, opinião ou afirmação for apresentada, ela deve estar acompanhada da citação à fonte de onde foi tirada. Todas as fontes usadas devem ser listadas nas referências bibliográficas (tópico IX), no padrão ABNT (NBR 10.520).

*Ex: Citar sobrenome do autor e, em parênteses, o ano da publicação em parênteses: “Andrade (1997) indica que as ilusões sensoriais podem causar desconforto...” OU Sobrenome em maiúsculas e ano em parênteses ao final da frase: “...no estudo, foi descoberto que as pessoas que assistiram ao vídeo consumiram mais (SILVEIRA, 2003).”*

**VIII. Proposta de Experimento:** Uma descrição dos procedimentos, recursos, materiais e tempo necessários para encontrar a solução para a pergunta. O planejamento do experimento pode ser dividido em etapas ou tarefas interligadas ou independentes, mas deve ficar claro o objetivo de cada etapa e como ela contribuirá para a solução do problema.

*Ex: “(...) de 10/05 a 17/05 - Identificar diferentes texturas que despertam o interesse das pessoas; (...) de 18/05 a 25/05 - elaborar protótipos de embalagens com as texturas selecionadas (...)”*

**IX. Referências Bibliográficas:** Todas referências aos textos e materiais usados na elaboração do Plano de Pesquisa devem ser apresentadas aqui.

*Ex: SOBRENOME, Nome1; SOBRENOME, Nome2. Título do livro: subtítulo, quando houver. 1.ed. Cidade: Editora, Ano.*

*SOBRENOME, Nome. Título do artigo. Título do periódico, v.1, n.1, p.0-0, Ano.*

*SOBRENOME, Nome. Título do documento eletrônico. Ano (quando houver).*

*Disponível em: . Acesso em: dd.mm.aaaa*

### **Critérios de Avaliação**

- Normas técnicas: fonte, espaçamento, margens, títulos das seções etc;
- Estrutura do documento: presença de todas as seções e de seu conteúdo;
- Citações e referências: presença de citações das informações ao longo do texto e presença da lista completa de referências bibliográficas ao final do trabalho.
- Compreensão da proposta: demonstrar ter compreendido a atividade e executar adequadamente o que foi pedido em cada etapa;
- Qualidade do trabalho: apresentar trabalho com qualidade e profundidade adequada à proposta;
- Criatividade e inovação: Apresentar elementos de atividade criativa e inovadora na proposta e busca pela resolução de problemas.

## APÊNDICE 4. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

### ORIENTAÇÃO 3 – PROJETO FINAL

O Assim como o Plano de Pesquisa, o Projeto de Pesquisa é um documento onde os grupos de alunos apresentam seu projeto para a Feira de Ciências. Esse documento permite ao leitor conhecer a fundo a pesquisa feita pelos alunos, o problema encontrado, a solução proposta, a metodologia usada e os resultados alcançados.

#### **Estrutura do documento**

O pré-projeto deve ser digitado e impresso em fonte Arial 12, espaçamento simples entre linhas, todas as margens com 1,5 cm, texto justificado, com os títulos de cada seção identificados em negrito e precedidos de uma linha de espaçamento. Cada seção deve ser escrita imediatamente abaixo do seu título, sem espaçamento, de forma impessoal, direta, coesa e coerente.

O texto, em formato de relatório, não apresenta capa, contracapa ou páginas adicionais. Na primeira página deve constar cabeçalho, com identificação da escola, série/turma e nomes completos dos alunos. O conteúdo do Plano de Pesquisa já se inicia na primeira página. Os tópicos presentes no trabalho são:

**X. Tema:** Assunto geral da pesquisa, que este ano será: **“A ciência alimentando o Brasil”**.

**XI. Subtema:** Assunto da pesquisa da turma, relacionado ao tema. Deve ser expresso em uma frase com o máximo de detalhes sobre a abordagem que o grupo pretende dar ao tema.

*Ex: “Análise da possibilidade de uso de ilusões de óptica por empresas de comunicação para influenciar padrões de consumo. ”*

*Ex: “Desenvolvimento e estudo de viabilidade de garrafa coletora de água potável proveniente da transpiração das plantas”*

*Ex: “Análise das contribuições reais de tratamentos espirituais para doenças graves – placebo ou cura real?”*

**XII. Pergunta:** O problema a ser resolvido pelos alunos deve ser escrito com o máximo de detalhes possível.

*Ex: “É possível usar ilusões sensoriais para afetar como um consumidor percebe determinado produto, o influenciando a consumi-lo?”*

**XIII. Justificativa:** Poucos parágrafos identificando a importância de ter o problema resolvido, suas aplicações e sua relevância para a sociedade.

*Ex: Em relação ao uso de ilusões em propagandas, os alunos descrevem casos onde o fenômeno foi observado, uma estimativa dos seus impactos no consumidor e uma proposta de como usar tais ilusões para promover um produto.*

**XIV. Hipótese:** Um parágrafo curto apresentando uma possível solução para a Pergunta apresentada. Essa solução não precisa estar correta, funcionar ou ser inovadora, mas deve ser elaborada com base em estudos e leituras preliminares sobre o tema.

*Ex: “O uso de estímulos sensoriais táteis na embalagem de um produto desconhecido podem despertar o interesse do consumidor, fazendo-o compra-lo mesmo que ele não tenha necessidade por aquilo...”*

**XV. Objetivos:** Um parágrafo listando os objetivos gerais da pesquisa dos alunos, as metas a serem alcançadas até o fim do projeto. Podem ser apresentados na forma de tópicos.

*Ex: “Avaliar o quanto certas texturas despertam o interesse das pessoas (...); testar o apelo ao consumidor de certas embalagens (...)”*

**XVI. Embasamento teórico:** Pesquisa bibliográfica sobre o tema geral e sobre a abordagem específica enfocada pelos alunos. O texto não deve ter mais do que duas páginas e deve explorar de forma clara e abrangente as bases teóricas envolvidas no tema, de modo que um leitor leigo possa extrair daí todas as informações necessárias para compreender e avaliar o trabalho. Algumas informações que devem constar, são: o conhecimento científico atual sobre o tema; exemplos de pesquisas equivalentes já realizadas e seus resultados e; a relevância do tema para a sociedade e/ou para a vida dos alunos. Ao longo de todo o trabalho, sempre que uma nova informação, dado, opinião ou afirmação for apresentada, citações às referências bibliográficas devem ser incluídas, no padrão ABNT, e a lista de referências deve ser incluída no fim do trabalho (vide tópico XII.).

**XVII. Experimento:** Uma descrição detalhada de todos os procedimentos, recursos, materiais e tempo necessários para concluir a pesquisa e encontrar a solução para a pergunta. Os experimentos e coletas de dados podem ser apresentados, de forma cronológica, em etapas, mas deve estar claro o objetivo de cada ação e como ela foi executada. ilustrações de modelos e protótipos, formulários de perguntas, fotos, receitas ou manuais de instruções usados no projeto devem ser adicionados ao trabalho na seção de anexos, com título e legenda.

*Ex: “(...) maio – Selecionamos dez produtos com diferentes texturas que despertam o interesse dos estudantes da turma e elaboramos um teste, como base no experimento de Ferreira (1998) para descobrir (...)*

*(...) junho – elaboramos protótipos de embalagens com as três texturas selecionadas, usando os seguintes materiais (...)*

*(...) junho – 87 estudantes do CEMXY, dos dois gêneros, com idade entre 16 a 18 anos foram entrevistados (...) as perguntas feitas são apresentadas no Anexo (...)”*

**XVIII. Resultados:** Os resultados obtidos devem ser apresentados em formato de texto direto e claro que descreva para cada etapa da pesquisa o que foi descoberto. Dados quantitativos podem ser apresentados por meio de gráficos, tabelas ou figuras nessa seção. Dados qualitativos podem ser apresentados por meio de transcrições de respostas de entrevistados, descrições de fenômenos, mapas conceituais ou citações a outras fontes pesquisadas.

*Ex: “(...) apenas 15% dos alunos entrevistados concordou que a textura é um aspecto que os atrai na hora de (...) um deles afirmou que “o que mais chama atenção é a (...) Apesar disso, 83% dos entrevistados que participaram do teste com os modelos de embalagens escolheram o modelo C, eleito pelo grupo controle como “aquele com textura mais agradável.”*

**Obs:** A critério dos professores, pesquisas incompletas podem ser consideradas neste trabalho. Caso os alunos não tenham conseguido concluir sua pesquisa, eles devem apresentar todos os resultados já obtidos, mencionar quais etapas ainda não foram concluídas, justificar o motivo da não conclusão da pesquisa e apresentar os “Resultados Esperados” para os experimentos incompletos. Até o dia da feira de ciências todos os resultados devem ser apresentados.

**XIX. Conclusões:** A partir dos resultados encontrados os alunos poderão avaliar sua hipótese e concluir se ela estava certa (foi confirmada) ou errada (foi negada). Essa avaliação da hipótese deverá se basear nos dados obtidos com os experimentos e ser apresentada como um texto que explique claramente porque eles chegaram aquela conclusão. Nessa seção podem ser mencionadas a importância das suas descobertas, os impactos delas, possíveis aplicações e sugestões de novas pesquisas envolvendo o tema.

*Ex: “(...) assim concluímos que, apesar de não levarem os estímulos táteis em consideração (...) os consumidores podem ser influenciados a adquirir certos produtos que apresentem (...) desta maneira nossa hipótese foi confirmada (...)”*

**XX. Proposta de Apresentação:** Aqui os alunos descreverão como pretendem organizar a apresentação do seu projeto na Feira de Ciências. Eles devem indicar como organizarão o espaço, como farão a apresentação e que materiais adicionais usarão. Qualquer material ou recurso usado na apresentação deve estar diretamente relacionado ao projeto. Exemplos são vídeos (filmagens de entrevistas, documentários, gravações de fenômenos), modelos (protótipos de produtos e maquetes ilustrativas), material demonstrativo (reagentes, alimentos, seres vivos), entre outras coisas. Qualquer ideia que ajude a tornar a apresentação mais interessante, atraente e interativa é bem-vinda, mas as propostas de apresentação são sujeitas a análise e aprovação pelos professores.

*Ex: “A sala será dividida em três espaços (...) dois alunos ficarão em cada um (...) nesta parte exibiremos continuamente um vídeo mostrando como foram os testes (...) um pôster com os resultados da forma de gráficos será explicado (...)”*

**XXI. Bibliografia:** Lista de todas as referências consultadas para a elaboração do pré-projeto, em ordem alfabética de autores, de acordo com o padrão ABNT.

**XXII. Anexos**

Imagens ou arquivos adicionais, se houverem, deverão ser adicionadas ao final do relatório como anexos, numerados e acompanhados por título e/ou legendas que os identifiquem adequadamente. Figuras e suas legendas devem ser centralizadas na página.

### **Critérios de Avaliação**

- Normas técnicas: fonte, espaçamento, margens, títulos das seções etc;
- Estrutura do documento: presença de todas as seções e de seu conteúdo;
- Citações e referências: presença de citações da origem das informações ao longo do texto e presença da lista completa de referências bibliográficas ao final do trabalho.
  - Compreensão da proposta: demonstrar ter compreendido a atividade e executar adequadamente o que foi pedido em cada etapa;
  - Qualidade do trabalho: apresentar trabalho com qualidade e profundidade adequada à proposta;
  - Criatividade e inovação: Apresentar elementos de atividade criativa e inovadora na proposta e busca pela resolução de problemas.

## APÊNDICE 5. GUIAS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

### ORIENTAÇÃO 4 – PÔSTER DE CONGRESSO

Símbolo  
da escola

**Título: deve apresentar de forma direta e explicativa, exatamente do quê se trata o trabalho**

Símbolo  
da Rede

Série/Turma/Turno

#### INTRODUÇÃO

Aqui o grupo deve apresentar de forma resumida e abrangente tudo o que o público leigo precisa saber para compreender sobre o que o trabalho trata, qual a importância disso e qual o objetivo do grupo com esse trabalho. Mencionar a importância do tema e um pouco do embasamento teórico necessário para a compreensão dele. Ainda devem ser apresentados os elementos iniciais do método científico: a pergunta ou problema que motivou o projeto e a hipótese do grupo para solucionar esse problema.

Por fim o grupo deve apresentar os objetivos do trabalho de forma clara e direta, para que o público compreenda como e porque a pesquisa foi feita como foi feita.

Figura, gráficos ou tabelas podem ser usados nessa seção se tiverem como objetivo fazer uma apresentação inicial do tema ou dos objetos de estudo ou ajudarem no embasamento teórico. Qualquer figura do trabalho deve ser acompanhada de uma legenda no seguinte formato: “**Figura x.** Explicação resumida do que se trata a figura, para facilitar seu entendimento e interpretação.”

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Aqui o grupo deve apresentar os procedimentos, recursos, materiais e tempo necessários para concluir a pesquisa e encontrar a solução para a pergunta. Mencionar quais as estratégias de pesquisa utilizada, o número de pessoas entrevistadas, as condições do experimento, etc. Através dessa leitura o público deve ser capaz de compreender exatamente o que foi feito e repetir o experimento realizado pelo grupo.

Fotos e esquemas são bem vindo aqui, se ajudarem a explicar de forma mais sucinta como o experimento/pesquisa foi desenvolvido.

#### RESULTADOS

Aqui o grupo deve apresentar os resultados obtidos em cada etapa da pesquisa de forma imparcial, clara e direta. Somente apresentar os resultados, a análise do que eles significam é na próxima seção. Dados qualitativos devem ser apresentados como transcrições dos trechos mais importantes das respostas e/ou esquemas gráficos, como mapas conceituais. Dados quantitativos devem ser apresentados como gráficos e tabelas. Normalmente nos resultados são usadas mais figuras do que texto, mas lembre-se que toda figura deve ter uma legenda que a explique sucintamente.

#### CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados os alunos poderão avaliar sua hipótese e concluir se ela estava certa ou errada. Espera-se que o problema proposto seja solucionado, mas nem sempre isso ocorre, como nos casos onde o experimento dá resultados contrários à hipótese. Esses resultados negativos também devem ser mencionados. O grupo ainda pode fazer generalizações das suas descobertas e indicar aplicações e benefícios dos seus resultados para outras situações. Além disso eles podem propor pesquisas posteriores para resolver este problema ou problemas relacionados que tenham surgido durante a pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

Referências bibliográficas usadas para elaborar a introdução ou alguma que tenha sido usada nas conclusões. Nos padrões ABNT.

#### AGRADECIMENTOS

Logomarcas ou nomes de empresas ou pessoas que auxiliaram na pesquisa. Se essa seção não se aplica ao seu trabalho, delete-a.

Observação: Este material pode ser fornecido aos estudantes como um documento de apresentação digital editável. Ele deve ser dimensionado para 90 cm por 120 cm.