

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MATO GROSSO
SECRETARIA ADJUNTA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS
SUPERINTENDÊNCIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA

ORIENTAÇÕES CURRICULARES

ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

Educação Básica

CUIABÁ-MT
2008/2009/2010

Título Original: **Área de Ciências da Natureza e Matemática**

Copyright@ 2012 - Todos os direitos reservados.

Capa:

Fabiano Grillaud

Revisão

???

Correção Ortográfica:

Leoni

Editoração Eletrônica

Rinaldo Araújo de Almeida

FICHA CATALOGRÁFICA

ISBN:

O69

Orientações Curriculares: Área de Ciências da Natureza e Matemática: Educação Básica./ Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso . Cuiabá: SEDUC-MT, 2010.

166 p.

1.Orientações Curriculares. 2.Ciências da Natureza. 3.Matemática. 4.Física. 5.Biologia. 6.Química. I.Título.

CDU 37 : 5

 Defanti
editora

Mato Grosso

2012



Silval da Cunha Barbosa
Governador do Estado

Rosa Neide Sandes de Almeida
Secretária de Estado de Educação

Fátima Aparecida da Silva Resende
Secretária Adjunta de Política Educacional

Paulo Henrique de Oliveira
Secretário Adjunto de Gestão de Políticas Institucionais de Pessoal

Jorge Szablewski
Secretário Adjunto de Estrutura Escolar

Antônio Carlos Lóris
Secretário Executivo do Núcleo Educacional

Aidê Fátima de Campos
Superintendente de Educação Básica

Débora Eiriléia Pedrotti Mansilla
Superintendente das Diversidades Educacionais

Catarina de Arruda Cortez
Superintendente de Gestão Escolar

Ema Marta Dunck Crintra
Superintendente de Formação dos Profissionais da Educação

Organização do Documento:

Aidê Fátima de Campos
Janaina Pereira Monteiro

Coordenação:

Alvarina de Fátima dos Santos - Alfabetização
Fernando de Souza Campos - Ciências da Natureza e Matemática
Israel Bernardes - Ciências Humanas e Sociais
Maristela Ledur de Souza - Linguagens

GRUPOS DE TRABALHO

Alfabetização:

Alvarina de Fátima dos Santos
Elaine Cristina Silva Moreira
Sueleide Alves da Silva Pereira

Ciências da Natureza e Matemática:

André Nespoli
Fernando de Souza Campos
Emerson Luis Hoffmann
Frank Eduardo Ferreira de Souza
Josimar Miranda Ferreira
Leize Lima de Oliveira
Maria Cristina Vitória Tavares Bertinetti
Maria Eugênia Batista Silva Neta
Waleska Gonçalves de Lima
Sonizete das Graças Miranda

Consultores:

Esp. Edward Bertholine de Castro
Dr^a Iramaia Jorge Cabral de Paulo
Dr^a Irene Cristina de Mello
Dr^a Maria Elisabete Rambo Kochhmann
Dr. Sérgio Antônio Wielewsky

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
Ciências da Natureza e Matemática no 1º Ciclo de Formação Humana	12
Ciências da Natureza e Matemática no 2º Ciclo de Formação Humana	18
Ciências da Natureza e Matemática no 3º Ciclo de Formação Humana	25
Bibliografia Básica	33
Caracterização da área no Ensino Médio	36
A potencialidade dos Mapas Conceituais	50
Palavra final.....	56
FÍSICA.....	58
Sobre “ensinar Física” nos dias atuais	61
TEMAS ESTRUTURADORES: uma proposta alinhada com as Orientações Curriculares Nacionais e PCN+ para o Ensino Médio	63
Considerações finais	79
Referências	81
QUÍMICA	83
Referências Bibliográficas	100
Bibliografia Complementar	101
BIOLOGIA.....	103
Sugestões de leituras complementares	114
Referências Bibliográficas	116
MATEMÁTICA	118
O que se espera ao atuar com o Ensino da Matemática	133
Palavras finais, trabalhos iniciais.....	150
Leituras complementares para o professor	152
Bibliografia complementar	159
Bibliografia básica	162

APRESENTAÇÃO

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DE MATO GROSSO

Caracterização da Área de Ciências da Natureza e Matemática

A Ciência compreende um dos instrumentos de leitura, interpretação e explicação dos fenômenos e das transformações da natureza, resultante da construção coletiva de experiências e da criatividade humana. Nesse entendimento, segundo Chassot (2006), a ciência não possui a verdade, mas aceita algumas verdades transitórias, provisórias, em um cenário inacabado, onde os seres humanos não são o centro da natureza, mas parte dela. Esse fato pode ser constatado nos escritos da História e da Filosofia da ciência, os quais vêm (re) significando o aprendizado nas e das disciplinas, tanto como uma forma de melhor compreender a natureza do conhecimento científico quanto para mostrar aos estudantes como os conhecimentos são construídos.

A Ciência compreendida como linguagem evidencia as exigências de um processo de alfabetizar letrando cientificamente, pois, quando por meio das linguagens - cotidiana e científica - e de suas vivências, os estudantes apropriam-se da cultura elaborada e dos conhecimentos científicos, já que estes são uma parte constitutiva dessa cultura. Reconhecer isso implica em admitir que a aprendizagem das ciências é indissociável da aprendizagem da linguagem científica.

Assim, no âmbito do 1º, 2º e 3º Ciclos de Formação Humana, é preciso que o professor crie iniciativas didático/metodológico-avaliativas, que, associadas à apropriação e ampliação das capacidades de leitura, escrita e raciocínio lógico dos estudantes, contribuam no processo de alfabetizar letrando cientificamente. Portanto, durante esse percurso ocorrerá uma transformação das concepções espontâneas em conhecimento científico - apresentando as contradições, inconsistências internas e lacunas que existem nas concepções espontâneas.

A definição de **alfabetização científica** como a capacidade do sujeito para ler, compreender e expressar opinião crítica sobre assuntos que envolvam a Ciência parte do pressuposto de que o estudante já tenha interagido com a educação formal, dominando, desta forma, o código escrito (LORENZETTI, 2001)¹. Entretanto, e, num certo sentido, contrapondo-se a essa definição, o mesmo autor aponta que é possível desenvolver o processo de alfabetização e letramento científico, mesmo antes de o estudante conseguir ler e escrever, pois ele auxilia significativamente na construção dessas capacidades.

¹ LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências v.3, n.1, Jun. 2001, pág. 1 – 17.

Por compreender que o objeto de estudo das Ciências da Natureza e Matemática (CNM) são fenômenos naturais, consideramos que, no processo de Alfabetização e Letramento Científico, esse objeto se amplia na percepção da relação humana, na interação com o meio físico-químico-biológico-sociocultural. A partir deste pressuposto, os componentes curriculares articulam-se, em suas especificidades, favorecendo a (re) organização do pensamento lógico matemático como instrumento de (re)elaboração dos conceitos científicos. Desse modo, pode possibilitar aos estudantes a compreensão do ser humano, do mundo e das transformações naturais e sociais.

Diante da concepção da organização por Ciclo de Formação Humana, é consenso que as sociedades modernas são cada vez mais dependentes do binômio ciência/tecnologia, cujo desenvolvimento é um processo irreversível e cada vez mais acelerado e cujas conquistas apresentam implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas profundas. Nessa perspectiva, o ensino de ciências adquire o importante significado social de preparação para a cidadania. A disseminação do saber científico apresenta-se como condição de envolvimento do sujeito no respeito e na tomada de decisões na sociedade, no sentido de melhorar sua vida e de outras pessoas (EC)².

No viés dessa concepção, é preciso que o(a) professor(a) considere as dimensões psicológicas (afetiva, cognitiva e sociocultural) das crianças, dos adolescentes e dos pré-adolescentes no momento de construir o currículo, pois esse conhecimento contribui para o processo de ensino e de aprendizagem, propiciando uma práxis pedagógica coerente com o desenvolvimento humano dos estudantes.

Na escola, o ensino de Ciências pode ser respaldado pela pedagogia histórico-crítica³. Nesse enfoque pedagógico, cabe à escola o papel de oportunizar às novas gerações a socialização do saber. Pode-se observar no cotidiano pedagógico que os saberes das várias ciências, quando compartimentalizados em disciplinas, dificultam a percepção dos problemas e fenômenos naturais e sociais, que, cada vez mais, mostram-se pluridisciplinares, multidisciplinares, transdisciplinares, transversais transnacionais, multidimensionais, globais e planetários por representar o processo de produção e da existência humana em um contexto sociocultural.

As proposições de Vygotsky acerca do processo de formação de conceitos nos remetem à discussão das relações entre *Pensamento e Linguagem*, à questão da mediação cultural no processo de construção de significados por parte do indivíduo, ao processo de internalização e ao papel da escola na transmissão de conhecimento de natureza diferente daqueles aprendidos na vida cotidiana⁴.

Dessa forma, essa área do conhecimento tem como característica possibilitar a percepção do processo de transformação da natureza e suas relações, desvelando as interações entre as partes e o todo, as entidades multidimensionais e os problemas essenciais. A partir desse pressuposto, é possível desencadear procedimentos pedagógicos que promovam ações coletivas.

² Escola Ciclada de Mato Grosso, 2001, pág. 145

³ DEMERVAL, Saviani 1944 - 1ª Edição – 1991 Imprensa no Brasil - junho de 2000.

⁴ Yves LA TAILLE, pág. 23, 1992

A escola é a instituição legitimada para proporcionar condições de interação da tríade professor-aluno-material didático/instrucional. É de suma importância que os professores sejam capazes de mostrar aos estudantes as possibilidades oferecidas pela ciência como formas de construção da realidade sobre o mundo em que vivem. Isso implicará em um conhecimento significativo que envolve pensamentos, sentimentos e ações.

Nessa perspectiva, o ensino das ciências nas escolas deve ser coerente com o desejo de se proporcionar uma educação mais comprometida e compatível com a sociedade do século XXI. A maneira como os estudantes se posicionam diante das questões socioambientais refletirá no que está por vir. Lidar com questões controversas é algo inerente ao momento atual de sociedade.

Assim, a escola é a instituição legitimada como *lócus* de aprendizagem de conceitos, a construção de ideias e modelos reificados no universo científico, que possam subsidiar reflexões, debates e tomada de decisões, desenvolvendo a autonomia intelectual e do pensamento crítico do estudante⁵.

A disciplina de Ciências da Natureza abarca conceitos físico-químico-biológicos e tem como objeto de estudo, no Ensino Fundamental ou Médio, o *fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações*. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos sistematizados, organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio. No Ensino Fundamental esta ciência compreende atividades que desenvolvam a alfabetização e o letramento científico⁶, numa relação entre a linguagem, método de investigação e contexto do estudante, de maneira a garantir uma aprendizagem que tenha significado para a sua vida.

Nesse sentido, é preciso refletir sobre o porquê, o quando e como ensinar Ciências no 1º, 2º e 3º Ciclos. Assim, encontramos nos escritos de Weissmann (1998) e Chassot (2006) que esses questionamentos podem contribuir para a compreensão do ensino das Ciências como um direito, um dever social e um reconhecimento de que os conceitos nesta disciplina, bem como nas outras ligadas à área das CNM, favorecem a interação dos sujeitos com a realidade social e natural.

Nas Ciências da Natureza, a articulação dos conhecimentos e dos diversos saberes historicamente construídos deve ser mediada por situações problematizadoras e desafiadoras, proporcionando a vivência do processo de investigação científica: observação, registro, questionamento, levantamento de hipóteses, experimentação e conclusão.

Dessa forma, o estudante avança no processo de alfabetizar letrando cientificamente, apropriando-se, ampliando e consolidando os conhecimentos sobre as relações de interdependência entre ser humano, natureza e transformações socioambientais.

Na Matemática do Ensino Fundamental, os estudantes estabelecem relações que os aproximam dos conceitos científicos, desenvolvendo procedimentos simples e atitudes críticas diante do seu processo de aprendizagem. Uma das características dessa disciplina é a dualidade, que podemos expressar a partir da pergunta: como a Matemá-

⁵ Orientações Curriculares da Área de Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio.

⁶ Attico Chassot.

tica deve ser abordada nas várias etapas de ensino? Enquanto linguagem ou ciência? *A matemática começou por ser “Ciência que trata das medidas, propriedades e relações de quantidades e grandezas [...]”*, mas atualmente é cada vez mais a ciência do padrão e da estrutura dedutiva.

Dessa forma, a Matemática, como ciência, é construída socialmente ao longo da história da humanidade. É inegável seu papel decisivo na resolução de problemas da vida cotidiana e as inúmeras aplicações que esta possui no mundo do trabalho, além de sua importância para o desenvolvimento de outras áreas do conhecimento.

Nessa perspectiva, deve-se pensar a educação matemática como construção e apropriação de conhecimentos que possibilitam ao estudante compreender e transformar sua realidade, na interação com o outro e com o ambiente natural e sociocultural.

De acordo com Dirac (2000), *“a matemática é a ferramenta especialmente adaptada ao tratamento das noções abstratas de qualquer natureza e, neste domínio, seu poder é ilimitado”*⁷. Dessa forma, a linguagem Matemática como ferramenta auxilia na compreensão e interpretação do conhecimento das outras ciências, colaborando em atividades de estimativas, medições, comparações, lógica e análise, entre outras, desenvolvendo ideias, representações e estabelecendo relações, no contexto de convivências.

O trato dessa disciplina ora como linguagem, ora como ciência, é uma realidade que o professor precisa compreender no seu dia-a-dia.

O conhecimento matemático estreita relações com a alfabetização e o letramento científico, quando o educador faz a mediação do processo da construção de compreensões sobre: leitura, escrita, medição, contagem, desenvolvimento do raciocínio, capacidade de argumentação, comunicação, resolução de problemas, uso de símbolos e outros.

A aprendizagem matemática está ligada à compreensão, isto é, apreender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros acontecimentos, pois sua significação pelo estudante resulta das conexões que ele estabelece entre Matemática e as demais Ciências.

Nesse sentido o ensino da matemática propicia, ao estudante, a compreensão da realidade e a transformação da mesma como meio de estimular interesse, curiosidade e espírito investigativo do educando na busca da capacidade de resolver problemas, fazendo uso dos conhecimentos matemáticos criticamente construídos.

O ensino da Matemática por meio da motivação, do interesse, da curiosidade e do espírito investigativo do estudante propicia o uso dos conhecimentos matemáticos na compreensão da realidade e capacidade de resolver problemas no seu cotidiano.

A Escola, ao elaborar a sua proposta curricular, deve considerar as capacidades e descritores, a partir dos eixos articuladores⁹ - Representação e Comunicação, Investiga-

⁷ Dicionário Michaelis

⁸ Paul Adrien Maurice Dirac Apud em <http://www.prof2000.pt/users/folhalcino/estudar/quematem/quematem.htm>

⁹ Adaptados dos PCN+ do Ensino Médio

ção e Compreensão e Contextualização Sociocultural – que transcende a área das Ciências da Natureza e Matemática e a relação entre esses eixos, pois abrange a associação dos mesmos com as demais áreas. Nesta perspectiva de organização, considera-se o alinhamento dos respectivos componentes curriculares a serem propostos, com os eixos estruturantes – *conhecimento, trabalho e cultura* – tendo em vista a formação integral do sujeito.

Os quadros da Área de Ciências da Natureza e Matemática para os 1º, 2º e 3º Ciclos de Formação Humana visam facilitar a construção do currículo na perspectiva da compreensão da estrutura conceitual a ser proposta, destacando os descritores que possibilitarão avaliar as capacidades construídas pelos estudantes.

Ciências da Natureza e Matemática no 1º Ciclo de Formação Humana



Alunos do Ensino Fundamental

No primeiro Ciclo de Formação Humana, a organização do pensamento da criança de seis a oito anos se processa por meio de estruturas lógicas concretas que são constituídas na sua interação com o outro e com a realidade. Nessa perspectiva, na Área de Ciências da Natureza e Matemática, o processo de Alfabetização e Letramento Científico possibilita que os(as) estudantes, a partir do seu contexto, vivências e experiências, compreendam e utilizem as linguagens e as tecnologias como forma de comunicação e interação com o mundo.

Nessa área, o(a) professor(a), ao trabalhar os eixos articuladores - Representação e Comunicação, Investigação e Compreensão e Contextualização Sociocultural - tendo como ponto de partida o conhecimento prévio do (a) estudante, medeia situações desafiadoras de alfabetizar letrando cientificamente.

Ao aprender a ler, escrever, contar e medir, a criança desenvolve noções sobre procedimentos matemáticos e científicos aprendendo a pesquisar, observar, classificar, comparar, estabelecer relações, localizar e movimentar-se nos diferentes espaços, (re)organizar o pensamento, representar suas experiências cotidianas e seu raciocínio lógico, e, enfim, interagir com o conhecimento, desenvolvendo atitudes de responsabilidade consigo, com o outro e com o ambiente familiar, escolar e sociocultural.

Dessa forma, mediante situações problematizadoras, a criança desenvolve a consciência das relações entre o ser humano, a natureza e as transformações sociais e naturais no ambiente vivenciando e construindo noções científicas apropriando-se dos conhecimentos.

Neste sentido é importante o planejamento de ações que propiciem ao estudante (re)construir esquemas ou imagens que facilitem o tratamento da informação e a ampliação do conhecimento no processo de alfabetização e letramento científico. Num movimento dialético, essas ações se configuram como propulsoras para que o estudante relacione leitura e escrita no desenvolvimento do raciocínio e da capacidade de argumentação, comunicação, resolução de problemas e uso de símbolos e códigos, entre outros.

Diante disso, a criança tem uma lógica que expressa seu processo de construção e organização do pensamento matemático. Para tanto, as atividades lúdicas tais como jogos, música, histórias infantis e brincadeiras, entre outras, constituem-se como ferramentas importantes nesse processo de ensino e aprendizagem. Quando a criança brinca, desenvolve afetividade, cooperação, autoconhecimento, autonomia, imaginação e criatividade por meio da alegria e do prazer de querer fazer e construir. Essas atividades propiciam experiências significativas e reflexivas, favorecendo a construção de conceitos a partir de situações concretas, facilitando o processo de abstração dos conhecimentos.

Os objetivos da Área de Ciências da Natureza e Matemática no 1º Ciclo são:

- Perceber-se como ser humano na interação com seus pares e com o meio físico-químico-biológico-sociocultural, na comunidade em que vive;
- Estabelecer relações entre conhecimento científico, tecnologia e condições de vida no mundo de hoje e o seu processo histórico de construção/reconstrução, a partir de situações problematizadas/problematizadoras;
- Desenvolver noções conceituais da área;
- Utilizar procedimentos científicos básicos para a construção de conhecimentos;
- Desenvolver atitudes de autonomia e favoráveis à aprendizagem científica.
- Fazer uso dos conhecimentos científicos para resolver situações problematizadoras, utilizando estratégias próprias e/ou elaboradas na interação com o outro;
- Comunicar-se matematicamente, fazendo uso das linguagens, estabelecendo relações com as diferentes representações matemáticas;
- Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente na busca de soluções para problemas propostos;

- Reconhecer e utilizar diferentes linguagens – verbal, escrita, corporal e artística para descrever, representar, expressar e interpretar fenômenos e processos naturais ou tecnológicos;
- Desenvolver a capacidade de observação, registros, problematização, coleta, organização, experimentação, conclusão e comunicação pertinentes aos procedimentos científicos;
- Conhecer elementos bióticos e abióticos que compõem o ecossistema;
- Desenvolver o raciocínio lógico por meio de atividades lúdicas;
- Conhecer o vocabulário desenvolvendo a linguagem científica básica;
- Reconhecer e valorizar hábitos saudáveis, evitando desperdícios e riscos à saúde pessoal e ambiental.

A seguir o quadro com os eixos articuladores, capacidades e descritores para Área de Ciências da Natureza e Matemática no 1º Ciclo de Formação Humana.

Área das Ciências da Natureza e Matemática – 1º Ciclo		
Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Representação e comunicação	<p>Identificar, ler, interpretar e utilizar em forma oral e escrita: símbolos, códigos e nomenclaturas científicas.</p> <p>Conhecer, escrever, representar e argumentar os conhecimentos científicos na sua construção como ser social.</p>	<p>Realizar diferentes agrupamentos e reagrupamentos na contagem e nas operações fundamentais.</p> <p>Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal (agrupamentos, trocas na base 10 e o princípio do valor posicional).</p> <p>Interpretar e produzir escritas numéricas de acordo com as regras e símbolos do Sistema de Numeração Decimal.</p> <p>Comparar quantidades por meio de processos numéricos ou geométricos.</p> <p>Calcular o resultado das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão de números naturais.</p> <p>Utilizar em cálculos a composição e decomposição de números naturais em parcelas, fatores ou em diversas ordens (unidade, dezena, centena).</p> <p>Comunicar, registrar e inter-relacionar noções de natureza e sociedade, percebendo-se como ser humano interdependente do ambiente natural e modificado.</p> <p>Contar e registrar quantidades de objetos de coleções utilizando-se de estratégias próprias.</p> <p>Identificar e representar algumas unidades de medidas de tempo, comprimento, sistema monetário, massa, área e volume.</p> <p>Identificar e representar algumas formas geométricas.</p>

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
<p>Investigação e compreensão</p>	<p>Investigar em dada situação-problema as informações relevantes construindo estratégias para resolvê-las.</p> <p>Identificar e compreender os fenômenos naturais e grandezas matemáticas.</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de mediação e de cálculo, representar dados numéricos e algumas formas geométricas, utilizar escalas, levantar hipóteses e comparar resultados.</p> <p>Realizar experimentos simples com materiais e objetos no/do ambiente para investigar alguns fenômenos naturais e relatá-los.</p>	<p>Conhecer os diferentes significados da adição ou subtração, multiplicação e divisão nas situações-problemas com o uso de estratégias pessoais e de técnicas convencionais ou não-convencionais.</p> <p>Reconhecer regularidades e padrões em diferentes situações-problemas.</p> <p>Observar e Identificar no ambiente natural e modificado – alguns aspectos dos fenômenos e recursos naturais: água, ar, solo, calor e luz solar.</p> <p>Comparar grandezas padronizadas e não-padronizadas utilizando algumas unidades de medidas.</p> <p>Identificar operações adequadas para resolver uma dada situação-problema (adição, subtração e/ou multiplicação e divisão).</p> <p>Resolver situações-problemas que envolvam a construção de algoritmo para o cálculo de resultados das operações fundamentais com números naturais.</p> <p>Utilizar a tecnologia como meio de investigação de alguns conhecimentos científicos e matemáticos.</p> <p>Identificar, organizar, interpretar e elaborar listas, tabelas e gráficos simples, a partir de situações-problemas e/ou informações pessoais.</p> <p>Distinguir e classificar figuras planas e sólidos geométricos (poliedros – prismas e pirâmides; corpos redondos – cones, cilindros e esferas) em coleções.</p> <p>Identificar e relacionar medidas de tempo (hora, dia, semana, mês e ano), utilizando relógio e calendário, compreendendo alguns fenômenos naturais (dia/noite, estações do ano e ciclos de vida, entre outros).</p> <p>Reconhecer e utilizar em situações-problemas, as unidades usuais de medidas: tempo, sistema monetário, comprimento e massa.</p>

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
<p>Contextualização sociocultural</p>	<p>Interagir e trabalhar de forma coletiva, possibilitando a percepção de forma crítica do mundo em constante transformação.</p> <p>Compreender os conhecimentos científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.</p> <p>Conhecer e utilizar algumas tecnologias, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana e seus impactos na vida social.</p> <p>Relacionar-se socialmente, respeitando a diversidade cultural, social e sexual.</p> <p>Conhecer algumas noções de saúde corporal/ambiental.</p> <p>Construir noções e alguns conceitos interativos de Ciência e Tecnologia contextualizada nas relações entre ser humano, sociedade e natureza.</p>	<p>Conhecer os modos de produção artesanal e industrial evidenciando a necessidade racional de bens de consumo e a sua relação com a qualidade de vida humana e sustentabilidade planetária.</p> <p>Desenvolver noções de consumo racional adotando hábitos de conservação e preservação do meio ambiente e dos sistemas vivos.</p> <p>Perceber a ciência e a tecnologia como meio de apropriação de alguns conhecimentos científicos e matemáticos para compreender as relações humanas, ambientais e sociais.</p> <p>Compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes.</p> <p>Estabelecer pontos de referência para situar-se, posicionar-se e deslocar-se no espaço, bem como para identificar relações de posição entre objetos no espaço.</p> <p>Reconhecer em diferentes contextos cotidianos e históricos os números naturais.</p> <p>Reconhecer e valorizar a importância do relacionamento interpessoal, respeitando a diversidade cultural, social e sexual.</p> <p>Valorizar o próprio corpo e os cuidados necessários à manutenção da saúde corporal/ambiental.</p> <p>Compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo benefícios e riscos à vida e ao ambiente.</p> <p>Conhecer, perceber e identificar as consequências das ações humanas na natureza quando estas interferem no seu equilíbrio.</p>

Ciências da Natureza e Matemática no 2º Ciclo de Formação Humana



Escola Estadual Marcelina de Campos

No segundo Ciclo de Formação Humana, a organização do pensamento do pré-adolescente (nove a onze anos) marcada pela transição entre a infância e a adolescência, traz consigo um repertório de ideias e imagens mais elaboradas, se comparado com seu desenvolvimento no 1º ciclo. A lógica do pensamento ainda se prende aos conceitos concretos, entretanto a abstração se torna uma característica do processo cognitivo. O estudante apresenta maior controle sobre os conceitos já formados e processos mentais a ponto de ele começar a intervir sobre o real construindo e valorizando regras.

Os aspectos psicológicos (afetivos e/ou cognitivos) que se constituem na interação sociocultural¹⁰ continuam relevantes no processo de construção ou reconstrução do conhecimento. Ao trabalhar com os eixos articuladores, o(a) professor(a) propicia a reflexão, o compartilhamento de ideias com os pares e o desenvolvimento cognitivo desse estudante, a partir da continuidade da construção dos conceitos científicos, numa abordagem problematizadora, ampliando a relação entre o conhecimento prévio do(a) estudante e o conhecimento histórico e socialmente construído.

Nessa perspectiva, na Área de Ciências da Natureza e Matemática, o processo de Alfabetização e Letramento científico é ampliado a partir do contexto e das vivências e experiências dos estudantes que utilizam as linguagens e as tecnologias como forma de comunicação e interação local e global.

¹⁰ Vygotsky, apud REGO, Maria Teresa, 2009.

As capacidades, já construídas, permitem ao estudante a ampliação gradativa de suas compreensões e suas possibilidades de organização do pensamento lógico matemático e a elaboração de conceitos articulados às Ciências, compreendidos como linguagens na interação entre natureza e sociedade, entre as pessoas e a realidade sociocultural.

Para tornar o processo de aprendizagem mais significativo é importante considerar as características de desenvolvimento dos(as) estudantes desse ciclo, e que os espaços e tempos devem ser reorganizados. O ensino das Ciências mediante ação dialógica, argumentativa e a problematização de situações incentiva pesquisar, observar, contar, classificar, comparar, estabelecer relações, localizar e movimentar-se considerando diferentes pontos de referência.

Mediante situações de observação, experimentação e reflexão - sem a pretensão de reproduzir um ambiente científico – os(as) estudantes exploram e reconhecem o mundo, formulam perguntas instigando sua curiosidade, interpretam e constroem compreensões organizando informações colhidas em textos, esquemas, desenhos e outras formas de produção oral e/ou escritas.

Nesse panorama, os(as) estudantes organizam informações, produzem explicações próprias para aquilo que foi observado, sistematizam resultados das observações, socializam suas experiências cotidianas e interagem com o conhecimento desenvolvendo atitudes de responsabilidade consigo, com o outro e com o ambiente familiar, escolar e sociocultural.

Nesse processo é imprescindível observar e compreender a forma pela qual o(a) estudante organiza os esquemas conceituais ou imagens, flexibiliza e amplia o saber ao lidar com as informações, e constrói novos conhecimentos. Também é importante considerar a interação professor(a) - estudante - conhecimento; a afetividade e as emoções (alegria, tristeza, medo, raiva e outros) como elementos que intervêm na construção do conhecimento e desenvolvimento do raciocínio e formação cidadã.

Os objetivos da Área de Ciências da Natureza e Matemática no 2º ciclo são:

- Compreender-se como ser humano que interage com seus pares e com o meio físico-químico-biológico-sociocultural, capaz de promover transformações na comunidade em que vive
- Inferir relações entre conhecimento científico, tecnologia e condições de vida no mundo de hoje e o seu processo histórico de construção/reconstrução, a partir de situações problematizadas ou problematizadoras;
- Construir e ampliar noções e ou conceitos da área utilizando procedimentos científicos básicos;
- Desenvolver potencialidades para investigar, explorar e interpretar, em diferentes contextos, os conceitos e procedimentos que enfatizam atitudes inerentes à área científica, de forma a ampliar o conhecimento para a solução de problemas do cotidiano.

- Reconhecer a natureza como um todo em movimento, percebendo-se como ser humano, parte integrante e agente de transformações socioambientais;
- Fazer uso dos conhecimentos científicos para resolver situações-problemas, utilizando estratégias próprias e/ou apropriadas na interação com o outro;
- Comunicar-se matematicamente, fazendo uso das linguagens estabelecendo relações com as diferentes representações matemáticas;
- Interagir com seus pares de forma cooperativa na busca de soluções para problemas propostos;
- Reconhecer e utilizar diferentes linguagens – verbal, escrita, corporal e/ou artística, entre outras – para descrever, representar, expressar e interpretar fenômenos e processos naturais ou tecnológicos;
- Reconhecer elementos bióticos e abióticos que compõem o ecossistema;
- Desenvolver o raciocínio lógico fazendo uso de atividades lúdicas na construção de conceitos científicos;
- Ampliar o vocabulário desenvolvendo a linguagem científica básica;
- Reconhecer e valorizar hábitos saudáveis, evitando desperdícios e riscos à saúde pessoal e ao ambiente.
- Posicionar-se como parte e membro de uma espécie, estabelecendo as mais diversas relações e percebendo o significado dos saberes desta área com suas ações do cotidiano;
- Levantar hipóteses, simular situações e prever resultados sobre as situações do cotidiano, por meio da observação e da experimentação e do debate;
- Situar, posicionar e deslocar em um determinado espaço tendo como referência o próprio sujeito e/ou outros elementos;
- Produzir escritas numéricas e consolidar resultados e significados das operações fundamentais com os números racionais;
- Ampliar os procedimentos de cálculo mental e escrito, bem como identificar características, semelhanças e diferenças em figuras geométricas;
- Recolher dados e informações, apresentá-los e representá-los sob diversas formas de comunicação;
- Construir o significado das medidas padronizadas e não-padronizadas utilizando formas convencionais das unidades mais usuais;
- Comparar grandezas fazendo estimativas e estabelecendo relações entre as diferentes unidades de medidas

- Compreender o sistema de numeração decimal, fazendo uso de estratégias diferenciadas para operar com o mesmo;
- Apropriar-se das formas convencionais de medidas de comprimento, volume, tempo, massa e temperatura, utilizando-as com propriedade;
- Resolver situações-problemas de localização e deslocamento de pontos no espaço, reconhecendo-os nas noções de direção e sentido;
- Identificar e classificar ângulo em diferentes contextos e na análise de alguns problemas;.

A seguir, o quadro com os eixos articuladores, capacidades e descritores para Área de Ciências da Natureza e Matemática no 2º Ciclo de Formação Humana.

Área das Ciências da Natureza e Matemática – 2º Ciclo		
Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Representação e comunicação	<p>Utilizar e Interpretar na forma oral e escrita: símbolos, códigos e nomenclaturas científicas.</p> <p>Ler, identificar, interpretar e representar formas geométricas.</p> <p>Ampliar e ressignificar as noções construídas dos conhecimentos científicos, associando-os à energia e matéria, às transformações, ao espaço e tempo, aos sistemas, ao equilíbrio e à vida.</p> <p>Ler e interpretar em situações-problemas informações veiculadas em: imagens, tabelas, gráficos e mapas.</p> <p>Identificar características de acontecimentos previsíveis ou aleatórios a partir de situações-problemas, utilizando recursos estatísticos e probabilísticos.</p>	<p>Comunicar, registrar e inter-relacionar conhecimentos da natureza e sociedade, percebendo-se como ser humano interdependente do ambiente natural e modificado.</p> <p>Reconhecer e representar formas geométricas e suas propriedades.</p> <p>Comparar, representar e descrever quantidades por meio de processos numéricos ou geométricos.</p> <p>Reconhecer, identificar e representar unidades de medidas de tempo, comprimento, sistema monetário, massa, perímetro, área e volume.</p> <p>Interpretar e produzir escritas numéricas de acordo com as regras e símbolos do Sistema de Numeração Decimal.</p> <p>Reconhecer e utilizar a composição e decomposição de números naturais nas suas diversas ordens.</p> <p>Representar e identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas.</p> <p>Ler, interpretar e utilizar informações e dados coletados por meio de fatos e fenômenos do cotidiano, bem como os apresentados em listas, diagramas, tabelas e gráficos na resolução de situações-problemas.</p> <p>Identificar a fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.</p>
Investigação e compreensão	<p>Investigar e compreender situações-problemas, construindo estratégias para resolvê-las.</p> <p>Caracterizar e compreender os fenômenos naturais e grandezas matemáticas.</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados numéricos e formas geométricas, utilizar escalas, levantar hipóteses e comparar resultados.</p> <p>Realizar experimentos com materiais e objetos no/do ambiente para investigar alguns fenômenos naturais e descrevê-los.</p> <p>Integrar e sistematizar fenômenos e teorias científicas articulando os diferentes conhecimentos e saberes.</p>	<p>Aprofundar os conceitos de ar, água, luz e calor, identificando processos e técnicas de medidas em quantificação.</p> <p>Resolver situações-problemas que envolvam a construção de algoritmo para o cálculo de resultados das operações fundamentais com números racionais.</p> <p>Conhecer, identificar e construir as representações equivalentes e localizar os números na reta numérica, comparando quantidades na forma decimal e fracionária.</p> <p>Resolver situações-problemas, utilizando os diferentes agrupamentos e reagrupamentos, na contagem e nas operações fundamentais, ampliando o uso das características do sistema de numeração decimal.</p> <p>Compreender e manusear adequadamente técnicas de medidas e tecnologias na construção do conhecimento.</p>

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
<p>Investigação e compreensão</p>	<p>Conhecer e perceber as características em acontecimentos previsíveis ou aleatórios a partir de situações-problemas, utilizando recursos estatísticos e probabilísticos.</p> <p>Conhecer, localizar e perceber a Terra como parte de um sistema planetário.</p> <p>Conhecer algumas noções de ecologia.</p> <p>Conhecer e aplicar noções básicas de saúde.</p>	<p>Recolher dados sobre fatos e fenômenos do cotidiano, utilizando procedimentos de organização, e expressar o resultado utilizando tabelas e gráficos.</p> <p>Reconhecer e utilizar os diferentes significados da adição ou subtração, multiplicação e divisão nas situações-problemas com o uso de estratégias pessoais e de técnicas convencionais ou não-convencionais.</p> <p>Reconhecer, utilizar e reestruturar em situações-problemas as unidades usuais de medidas tempo, sistema monetário, comprimento e massa, capacidade, volume e superfície estabelecendo relações entre as mesmas.</p> <p>Estabelecer pontos de referência para situar-se, posicionar-se e deslocar-se no espaço, bem como para identificar relações de posição entre objetos.</p> <p>Conhecer noções de matéria, substâncias e misturas e suas transformações físicas.</p> <p>Reconhecer regularidades e padrões em experimentos e fenômenos em diferentes situações-problemas.</p> <p>Identificar, distinguir, descrever e construir, a partir de propriedades comuns, diferentes figuras planas e sólidos geométricos (poliedros – prismas e pirâmides; corpos redondos – cones, cilindros e esferas) relacionando figuras tridimensionais com suas planificações.</p> <p>Observar e identificar simetrias.</p> <p>Utilizar a tecnologia como meio de investigação de alguns conhecimentos científicos e matemáticos.</p> <p>Identificar, organizar, interpretar e elaborar listas, tabelas e gráficos, a partir de situações-problema.</p> <p>Perceber a Terra enquanto componente do sistema planetário, sua dimensionalidade frente ao Universo e sua localização espacial e temporal.</p> <p>Perceber a Terra como sistema vivo, sujeito a transformações.</p> <p>Conhecer e perceber a existência e as noções de organização dos sistemas vivos a partir das inter-relações, evidenciando as ações antrópicas.</p> <p>Identificar ciclos e características de agentes patológicos, compreendendo a importância das vacinas no processo de manutenção da saúde.</p>

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Contextualização sociocultural	<p>Interagir e trabalhar coletivamente, possibilitando a percepção de forma crítica do mundo em constante transformação, selecionando e organizando conhecimentos.</p> <p>Compreender e explorar o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.</p> <p>Perceber e respeitar diversidade cultural, social e sexual, saúde corporal/ambiental e direitos humanos reconhecendo-se como sujeito integrante do meio.</p> <p>Ampliar os conceitos interativos de Ciência e Tecnologia Contextualizada nas relações entre o ser humano, a sociedade e a natureza.</p> <p>Compreender a presença do ser humano e sua relação com o universo despertando curiosidade e reflexão sobre nossas origens e a do universo.</p> <p>Reconhecer em diferentes contextos cotidianos, históricos e culturais os conhecimentos matemáticos.</p>	<p>Compreender a saúde pessoal, social e ambiental, como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes.</p> <p>Reconhecer e identificar as consequências das ações humanas nas inter-relações entre os sistemas vivos como condição essencial ao equilíbrio e à manutenção da vida.</p> <p>Compreender a ciência e a tecnologia como meio de apropriação de alguns conhecimentos científicos, nas relações humanas, ambientais e sociais.</p> <p>Perceber-se como sujeito integrante de um meio e respeitar a diversidade cultural, social, sexual do mesmo.</p> <p>Perceber que o Brasil é um estado laico e democrático não cabendo nenhum tipo de discriminação e preconceito.</p> <p>Conhecer a morfologia e fisiologia do corpo e reconhecê-lo como um elemento que merece respeito e que precisa ter cuidados para manutenção da saúde física, social e mental.</p> <p>Identificar, compreender, e comparar as diversas epidemias e endemias.</p> <p>Reconhecer e diferenciar modos de produção artesanal e industrial evidenciando a necessidade solidária de bens de consumo e a sua relação com a qualidade de vida humana e sustentabilidade planetária.</p> <p>Compreender a presença do ser humano e sua relação com o Universo, despertando a curiosidade e a reflexão sobre nossas origens.</p> <p>Reconhecer que os conhecimentos matemáticos são frutos de uma construção histórica e cultural.</p>

Ciências da Natureza e Matemática no 3º Ciclo de Formação Humana



Escola Estadual Rodolfo Augusto

No terceiro Ciclo de Formação Humana, o adolescente apresenta um pensamento desafiador que não se contenta em identificar a ordem estabelecida das coisas, mas está muito mais voltado para uma ruptura que promova outras versões sobre o que se lhe apresenta. A faixa etária deste ciclo (12 aos 14 anos) tem sido habitualmente associada à mudança, que se dá tanto no nível somático (transformações orgânicas advindas de processos hormonais) quanto ao nível psicológico (construção da autoimagem e de projetos para a vida)¹¹.

Para tanto, ao realizarem os processos mentais, os(as) estudantes já o fazem formando esquemas conceituais abstratos, seguindo a lógica formal, agrupam-se de maneira distinta, movidos por interesses comuns, em geral as conversas são pautadas por modelos construídos a partir de suas interações com o mundo¹², tecem críticas, atribuindo significados aos símbolos que permeiam o contexto no qual estão inseridos, participam de discussões/debates, propondo sugestões de mudança e ressignificam valores. Suas posturas demonstram flexibilidade do pensamento e da autonomia no desenvolvimento do processo de aprendizagem integrando conhecimentos e transformando realidades pessoais e socioculturais, na interação social com a família, a escola e a sociedade.

O(a) professor(a) propiciará a construção de conceitos e atitudes ao estudante ao trabalhar os eixos articuladores, representação e comunicação, investigação e compre-

¹¹ Escola Ciclada de Mato Grosso – Novos tempos e espaços para ensinar – aprender a sentir, ser e fazer.

¹² Vigotsky afirma que o sujeito aprende e se desenvolve exposto ao seu meio cultural

ensão, contextualização sociocultural, na área de Ciência da Natureza e Matemática, a partir de questionamentos e de problematização daquilo que é observado e vivido para compreender o mundo, a dinâmica de interdependência entre os sistemas que o compõem e suas transformações, percebendo o ser humano como indivíduo e enquanto parte constituinte do universo. Desse modo, o estudante desencadeia reflexões sobre a forma de seleção e utilização de elementos naturais no processo de produção de tecnologias e proporcionando a reconstrução da relação ser humano-natureza.

Vale ressaltar que a compreensão dos modos de intervenção na natureza tem, historicamente, na Matemática, uma das ferramentas mais importantes de leitura e interpretação dos fenômenos observados. Embora não seja possível a utilização dessa ferramenta sem a construção de um pensamento matemático significativo. Nesse sentido o trabalho pedagógico no trato dessa disciplina ora como linguagem, ora como ciência é uma realidade que o professor de matemática tem necessariamente que compreender no seu dia-a-dia.

O estudante não pode limitar-se à memorização de fórmulas e definições, é necessário que a escola e os professores compreendam as Ciências da Natureza e a Matemática na relação sociocultural em que a natureza passa por mudanças, possibilitando que aquele construa conceitos e conhecimentos científicos para compreender sua realidade, aprendendo a tomar decisões e resolver problemas do seu cotidiano, construindo assim sua identidade e autonomia.

Os modelos científicos e as tecnologias produzidas são frutos do conhecimento historicamente produzido e socialmente utilizados. Por exemplo, os conhecimentos acerca do núcleo do átomo resultaram na sua utilização em exames diagnósticos e tratamentos de doenças até a bomba atômica. Nesse sentido, os conhecimentos das Ciências da Natureza e Matemática devem instrumentalizar cognitivamente o(a) estudante possibilitando-lhe compreender a realidade que vivencia e propor mudanças/transformações.

O ensino de Ciências da Natureza é condição *sine qua non*¹³ para a formação do cidadão crítico uma das questões centrais é fazer com que os(as) adolescentes se apropriem dos conhecimentos científicos, aprimorando-os e ressignificando-os, pois necessitam compreender seu mundo, espaço e contexto e as transformações geradas pelo ser humano em sua relação com a natureza e a sociedade.

Os objetivos da Área de Ciências da Natureza e Matemática no 3º ciclo são:

- Reconhecer o envolvimento da humanidade com o conhecimento da natureza e, como uma forma de desenvolver esse conhecimento, a ciência relaciona-se com as diferentes atividades humanas;
- Valorizar o próprio corpo, tendo cuidado com ele e atenção para o desenvolvimento da sexualidade e para os hábitos de higiene, alimentação, convívio, esporte e lazer;
- Caracterizar a origem, a evolução dos sistemas vivos e as condições da diversi-

¹³ Sine qua non originou-se do termo legal em latim para “sem o qual não pode ser”.

dade biológicas no planeta Terra em diferentes espaços, conhecendo as particularidades, principalmente dos ecossistemas brasileiros;

- Compreender a alimentação humana, a obtenção e a conservação dos alimentos, sua digestão no organismo e o papel dos nutrientes na sua constituição e saúde;
- Exemplificar e compreender como as necessidades humanas, de caráter social, prático ou cultural, contribuem para o desenvolvimento do conhecimento científico, tais como energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida e se beneficiam desse conhecimento;
- Compreender as diferentes dimensões da reprodução humana e os métodos anticoncepcionais, orientando o sexo seguro e a gravidez planejada;
- Identificar os principais representantes de cada grupo dos sistemas vivos;
- Reconhecer a importância econômica, patológica e ecológica dos sistemas vivos;
- Conhecer critérios científicos utilizados para classificar os sistemas vivos;
- Identificar os órgãos e suas funções nos sistemas biológicos, enfatizando a interdependência entre os mesmos;
- Compreender o organismo como um sistema integrado nas dimensões biológicas, afetivas e sociais;
- Reconhecer a existência de elementos químicos na natureza e as transformações e reações que ocorrem no ambiente natural ou artificial;
- Compreender como as teorias geocêntricas e heliocêntricas explicam os movimentos dos corpos celestes, relacionando esses movimentos aos dados de observação e à importância histórica dessas diferentes visões;
- Construir e ampliar os significados para os números naturais, inteiros, racionais e irracionais, a partir de sua utilização no contexto social e da análise de alguns problemas históricos que motivaram sua construção;
- Resolver situações-problemas envolvendo números reais ampliando e consolidando os significados das operações matemáticas;
- Identificar, interpretar e utilizar diferentes representações dos números naturais, racionais e inteiros, indicadas por diferentes notações, vinculando-as aos contextos matemáticos e não-matemáticos;
- Selecionar e utilizar procedimentos de cálculo (exato ou aproximado, mental ou escrito) em função da situação-problema proposta;
- Reconhecer, produzir e interpretar escritas algébricas, expressões, igualdades e desigualdades identificando as equações, inequações e sistema, observando regularidades e estabelecendo leis matemáticas que expressam a relação de dependência entre variáveis;

- Utilizar os conhecimentos sobre as operações numéricas e suas propriedades para construir estratégias de cálculo algébrico;
- Resolver situações-problemas de localização e deslocamento de pontos no espaço, reconhecendo, nas noções de direção e sentido, de ângulo, de paralelismo e de perpendicularismo, elementos fundamentais para a constituição de sistemas de coordenadas cartesianas;
- Estabelecer relações entre figuras espaciais e suas representações planas, envolvendo a observação das figuras sob diferentes pontos de vista, analisando transformações e ampliações/reduções de figuras planas, bem como construindo e interpretando suas representações para desenvolver os conceitos de congruência e semelhança;
- Ampliar e construir noções de medida, pelo estudo de diferentes grandezas, a partir de sua utilização no contexto social e da análise de alguns dos problemas históricos que motivaram sua construção;
- Resolver problemas que envolvam diferentes grandezas, selecionando unidades de medida e instrumentos adequados à precisão requerida;
- Observar a variação entre grandezas, analisando e caracterizando o comportamento dessa variação em grandezas diretamente proporcionais, inversamente proporcionais ou não-proporcionais;
- Coletar, organizar e analisar informações, construir e interpretar tabelas de frequência e representar graficamente dados estatísticos, bem como formular argumentos convincentes, tendo por base a análise de dados organizados em representações matemáticas diversas;
- Traduzir informações contidas em tabelas e gráficos em linguagem algébrica e vice-versa, generalizando regularidades e identificando os significados das letras;
- Resolver situações-problemas que envolvam o raciocínio combinatório e a determinação da probabilidade de sucesso de um determinado evento por meio de uma razão;
- Desenvolver o raciocínio lógico por meio de atividades lúdicas.
- Identificar, compreender e participar das discussões contemporâneas sobre as questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade, com olhar crítico, levando em consideração a melhoria da qualidade de vida da humanidade¹⁴.

A seguir o quadro com os eixos articuladores, capacidades e descritores para Área de Ciências da Natureza e Matemática no 3º Ciclo de Formação Humana.

¹⁴ GERALDO, 2009, p 89.

Área das Ciências da Natureza e Matemática – 3º Ciclo		
Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Representação e comunicação	Relatar e sistematizar eventos, fenômenos e experimentos, utilizando-se da comunicação oral e escrita de forma a interpretar e compreender o uso de símbolos, códigos e nomenclaturas científicas.	<p>Representar, identificar e esboçar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas.</p> <p>Ler, interpretar e resolver situações-problemas a partir de informações veiculadas em imagens, tabelas, gráficos e mapas.</p> <p>Comunicar, registrar e inter-relacionar conhecimentos da natureza e sociedade, percebendo-se como ser humano interdependente do ambiente natural e modificado.</p>
	Identificar, compreender, relacionar e utilizar as representações geométricas e trigonométricas no cotidiano.	<p>Comparar, representar e descrever quantidades por meio de processos numéricos, geométricos e trigonométricos.</p> <p>Manusear, com destreza, os instrumentos de medição e desenho.</p> <p>Reconhecer e construir formas geométricas a partir de simetria, pontos, segmentos ou planos que mudam de direção, gira ou refletem, percebendo as relações com os fenômenos naturais.</p> <p>Construir formas geométricas a partir das propriedades dos ângulos de um polígono regular utilizando softwares.</p>
	Utilizar recursos estatísticos e probabilísticos, prevendo e identificando características de acontecimentos a partir de situações-problemas.	<p>Ler, interpretar e utilizar informações e dados coletados por meio de fatos e fenômenos do cotidiano, bem como os apresentados em listas, diagramas, tabelas e gráficos na resolução de situações-problemas.</p> <p>Recolher dados sobre fatos e fenômenos do cotidiano, utilizando procedimentos de organização, e expressar o resultado utilizando tabelas e gráficos.</p>
	Ler, compreender e explorar a disposição dos números Reais na reta numérica.	<p>Identificar a fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.</p> <p>Resolver e representar situações-problemas envolvendo números Reais e as operações de adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação e suas propriedades.</p>
	Recursos Tecnológicos	Utilizar os recursos tecnológicos como instrumento de pesquisa, produção e comunicação do conhecimento científico.

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Investigação e compreensão	Construir os primeiros conceitos relacionados às teorias da origem e da evolução do universo e da vida.	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber a Terra enquanto componente do sistema planetário, sua dimensionalidade frente ao Universo e sua localização espacial e temporal. - Compreender a presença do ser humano e sua relação com o Universo, despertando curiosidade e reflexão sobre nossas origens. - Perceber a inter-relação entre ser humano e Universo - Conhecer, caracterizar e compreender a diversidade biológica e variabilidade genética existentes no planeta, enfatizando os ecossistemas.
	Conhecer noções básicas de genética	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber a influência da genética na biotecnologia e seus impactos
	Conhecer e construir os primeiros conceitos relacionados à energia, ao movimento e à matéria e substância.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar modelos atômicos e transformações no âmbito da matéria e energia. - Conhecer, construir e utilizar conceitos de pontos de referência, deslocamento, energia, matéria e substância. - Identificar no cotidiano a interface dos referenciais de deslocamento, energia, matéria e substância.
	Identificar, compreender e resolver situações-problemas envolvendo os números Reais.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar os diferentes agrupamentos e reagrupamentos, na contagem e nas operações fundamentais, e ampliar os conhecimentos de potenciação e radiciação.
	Investigar, Identificar, caracterizar e compreender os fenômenos naturais e grandezas matemáticas, relacionando-os com as situações cotidianas, percebendo as noções fundamentais da matéria e energia e suas transformações.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e compreender conceitos de movimento, energia, matéria e substância em situações cotidianas, construindo estratégias para resolvê-las. - Identificar, compreender e caracterizar matéria, substâncias e misturas e suas transformações físico-químico-biológicas.
	Construir os primeiros conceitos de investigação científica, utilizando o “método científico”.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pesquisa utilizando-se do “método científico”, levantando hipóteses e comparando resultados.
	Compreender, utilizar e representar sistemas e instrumentos de medida e de cálculo, dados numéricos, formas geométricas escalas, levantando hipóteses e comparando resultados.	<ul style="list-style-type: none"> - Selecionar e utilizar instrumentos de medida de tempo, comprimento, sistema monetário, massa, área, volume e de cálculo, relacionando-os às escalas. - Representar dados numéricos e formas geométricas. - Compreender e utilizar adequadamente os instrumentos de medida e de cálculo. - Identificar, distinguir, descrever e ampliar a construção das diferentes figuras planas e espaciais, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações.
	Compreender a dinâmica da manutenção dos sistemas vivos e suas relações com os fenômenos naturais, evidenciando a interdependência destes, o todo dinâmico e suas suscetibilidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a organização dos sistemas vivos a partir das inter-relações, evidenciando as ações antrópicas.
	Conhecer e compreender o funcionamento dos sistemas anátomofisiológicos, relacionando-o com a qualidade de vida.	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender e identificar as consequências das ações humanas nas inter-relações entre os sistemas vivos como condição essencial ao equilíbrio e à manutenção da vida. - Conhecer e compreender o funcionamento dos sistemas vivos, principalmente do corpo humano. - Compreender o funcionamento e os cuidados com o próprio corpo.

Eixos Articuladores	Capacidades	Descritores
Contextualização sociocultural	Relacionar, compreender e explorar o conhecimento científico e a tecnologia, como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social, elaborando juízo sobre riscos e benefícios sobre o ambiente.	<p>Argumentar e posicionar-se criticamente, utilizando a tecnologia como meio de investigação em relação a temas científicos e matemáticos.</p> <p>Identificar e utilizar, em diferentes contextos cotidianos, históricos e culturais os conhecimentos matemáticos.</p> <p>Utilizar ciência e tecnologia para construção de conhecimentos científicos nas relações humanas, ambientais e sociais.</p>
	Compreender e respeitar a diversidade cultural, social e sexual, enquanto direito humano, reconhecendo-se como sujeito integrante do meio.	<p>Compreender que os papéis de gênero são resultados de construções socioculturais.</p> <p>Compreender que a orientação sexual é resultado de fatores psicológicos, genéticos, sociais e culturais sendo, portanto, imprescindível respeitá-la enquanto direito humano.</p> <p>Compreender a origem histórico-geográfica das diversas culturas e etnias que compõem a sociedade e respeitá-las.</p> <p>Reconhecer e diferenciar modos de produção artesanal e industrial, evidenciando a necessidade solidária de bens de consumo e sua relação com a qualidade de vida humana e sustentabilidade planetária.</p>
	Compreender e identificar que a saúde corporal e ambiental influencia na qualidade de vida.	<p>Compreender que a qualidade de vida é oriunda de um ambiente limpo e saudável e as alterações, que nele ocorram, causam impacto direto na vida das pessoas.</p> <p>Compreender e identificar as ações de higiene pessoal, social e ambiental indispensáveis à promoção da saúde.</p> <p>Compreender, identificar e comparar as diversas endemias presentes em cada região.</p> <p>Identificar e compreender a influência dos hábitos e costumes culturais na saúde da sociedade.</p>
	Identificar, compreender e explorar os conhecimentos científicos e tecnológicos presentes no cotidiano.	<p>Identificar os elementos matemáticos e científicos presentes nos instrumentos tecnológicos do dia-a-dia.</p> <p>Utilizar conscientemente os instrumentos científicos e tecnológicos, compreendendo que foram construídos por meio de conhecimentos acumulados coletivamente pela sociedade.</p> <p>Identificar na mudança dos hábitos e costumes os conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos construídos no processo de aprendizagem.</p>

Como já ressaltado, os quadros da Área de Ciências da Natureza e Matemática, para as Escolas organizadas por Ciclos de Formação Humana, têm o objetivo de facilitar a compreensão da estrutura conceitual proposta neste documento.

As Orientações Curriculares contêm subsídios para que a escola construa e (re) organize o currículo levando em consideração a inclusão do estudante no processo de ensino e aprendizagem de forma a assegurar avanço, continuidade e crescimento contínuo no processo de construção do conhecimento, contribuindo assim para seu desenvolvimento sociocultural.

Bibliografia Básica

- ABRANTES, P. **Avaliação e educação matemática**. Série Reflexões em Educação 25-34, mar. 1993.
- BELHOSTE, B.; GISPERT, H.; HULIN, N. **Les sciences au lycée**. Paris: INRP/Vuibert, 1996.
- BICUDO, M. A. V.; BORDA, M. C. (orgs.) **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. *Filosofia da Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- Bolema: **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, nº 15, págs. 5-23, 2001.
- BORBA, M. C. Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (org). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. págs. 285-295.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BORBA, M. **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. págs. 13-29.
- CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes; DASSIE, Bruno Alves; ROCHA, José Lourenço da. **Uma coleção revolucionária**. Revista História e Educação Matemática. Sociedade Brasileira de História da Matemática, Rio Claro, SP. v 2, nº 2, jun/dez 2001, jan/dez 2002, jan/jun 2003.
- CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes. et. al. **Os debates em torno das reformas do ensino de Matemática: 1930-1942**. Zetetiké, v. 4, nº 5, janeiro-junho 1996, págs. 49-54.
- CHEVALLARD, Y. (1997). **Familière et problématique, la figure du professeur**. Recherches en Didactique des Mathématiques, 17 (3): 17-54.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação para uma Sociedade em Transição*. Campinas: Papirus, 1999.
- _____. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.
- _____. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. BARROS, J. P. D. **Computadores, escola e sociedade**. São Paulo: Scipione, 1988.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas**. São Paulo: Ática, 1989.

DASSIE, Bruno Alves; ROCHA, José Lourenço da. **O ensino de matemática no Brasil nas primeiras décadas do século XX**. Caderno Da Licença, nº 4, ano 5. Niterói: Universidade Federal Fluminense, dez 2003.

DASSIE, Bruno Alves. **A Matemática do curso secundário na Reforma Gustavo Capanema**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 2001.

DUARTE, N.; OLIVEIRA, B. **Socialização do saber escolar**. São Paulo: Cortez.

ESTEVES, O. P. **Objetivos Educacionais**. Rio de Janeiro: Agir, 1977.

FARIA, Wilson. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: E. P. U., 1995.

FIORENTINI, D. & LORENZATO, S. (2006). **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados.

FIORENTINI, D. **Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil**. Revista Zetetiké. Campinas, ano 3, nº 4, págs. 1-37. 1995.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **O profissional em educação matemática**. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/teiadossaber/apostila/matematica/O_profissional_em_Educacao_Matematica-Erica2108.pdf> Acesso em: 23 mar. 2006.

FRANCHI, Anna; et al. **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo, 1999.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GERALDO, Antonio C. H. **Didática das ciências naturais na perspectiva histórico-crítica** / Campinas, SP, Autores Associados, 2009. (Coleção Formação de Professores).

GERGEN, K. J. (1995). **Social construction and the educational process**. En, L. P. Steffe y J. Gale (Eds). **Constructivism in Education**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass. Pub.

GODINO, J. D. (2002a). **Investigaciones sobre teoría de la educación matemática**. URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/teoria.htm>.

GODINO, J. D. (2002b). **Investigaciones sobre el significado y comprensión de los objetos matemáticos**. URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/semiotica.htm>.

GODINO, J. D. y Batanero, C. (1994). **Significado institucional y personal de los objetos matemáticos**. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 14 (3): 325-355. Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/articulos.htm>.

GODINO, J. D. y Batanero, C. (1999). **Funciones semióticas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. En I. Vale y J. Portela (Eds.), IX Seminário de Investigaçã em Educação Matemática. Viana do Castelo: Associação de Profesores de Matemática. Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/loca/jgodino/articulos.htm>.

JULIA, D. **A cultura escolar como objeto histórico**. Revista Brasileira de História da Educação. Campinas, SP. SBHE/Editora Autores Associados. Jan/jun. nº 1, 2001.

SAVIANI, Dermeval (1944). **Pedagogia histórico-crítica primeiras aproximações** /Dermeval Saviani - 7. ed. -Campinas SP: Autores Associados, 2000 - (Coleção polêmicas do nosso tempo; v 40).

Caracterização da área no Ensino Médio



Escola Estadual Itrio Corrêa

As configurações em que o ensino de ciências se desenvolveu até o século passado resultaram em duas consequências bastante onerosas para a formação do professor e, por conseguinte, para a educação básica no Estado e no país. A primeira delas diz respeito à fragmentação do conhecimento científico e a segunda, à falta de profundidade no trato conceitual e, conseqüentemente, no formalismo matemático, que é uma das bases desse conhecimento.

Esse modelo, reificado no séc. XX, inviabiliza uma visão mais sistêmica dos fenômenos naturais e socioculturais que a ciência se propõe a compreender e explicar dificultando novas propostas que viabilizem soluções de problemas contemporâneos. Entendemos que para um avanço na qualidade do ensino das ciências, que ofereçamos aos nossos educandos fazem-se necessários dois movimentos: o primeiro, no sentido de uma maior articulação entre as áreas do conhecimento expandindo horizontalmente nosso campo conceitual e o segundo, verticalmente, ampliando a profundidade com que os conceitos, fenômenos e formalismos associados são abordados.

Pode-se observar, no cotidiano pedagógico, que os saberes das várias ciências, tratados de forma fragmentada e compartimentalizados em disciplinas, dificultam a percepção dos problemas e fenômenos da realidade, que, cada vez mais, mostram-se pluridisciplinares, multidisciplinares, transdisciplinares, transversais, transnacionais, multidimensionais, globais e planetários, por representar o processo de produção e

da existência humana em um contexto sociocultural, já que não se vive sozinho. Existe uma interdependência entre os seres humanos em todas as formas de suas atividades, uma vez que todas as necessidades humanas são atendidas, transformadas e efetivadas a partir da *organização* e do estabelecimento de *relações* entre os seres humanos.

Ora, se existem essas interdependências, Biologia, Física, Química e Matemática podem ser percebidas também de caráter interdependente como ciências, uma vez que têm por objetivo investigar os fenômenos da natureza, além de contribuir com o desenvolvimento tecnológico. Em função dessas vivências”, compartilham de linguagens e representações semelhantes para sistematizar e socializar os conhecimentos produzidos nos processos inerentes de compreensão dos fenômenos naturais que são objetos de estudo dessa área.

Entretanto, vale esclarecer que cada ciência não deixa de ter suas especificidades que balizam os conhecimentos epistemológicos construídos e definidos a partir das relações humanas que as caracterizam, e o professor necessita de formações específicas para cada uma delas. Vista dessa forma, essa área do conhecimento tem como característica perceber a complexidade do processo de transformação da natureza e suas relações, desvelando as interações e retroações entre as partes e o todo, as entidades multidimensionais e os problemas essenciais, suas relações e, a partir desse pressuposto, desencadear procedimentos acadêmicos/pedagógicos que promovam ações coletivas, já que a **sustentabilidade planetária só é possível com ações reflexivas, com posturas pró-ativas em um mundo cada vez mais complexo.**

As Ciências da Natureza e Matemática constituem o corpo de conhecimentos que congrega o saber que a humanidade construiu nas especificidades da Física, Química, Biologia e Matemática. No entanto, as particularidades se entrecruzam na dinâmica de compreender a natureza na medida em que a construção do conhecimento científico é uma atividade processual e histórica, associada a aspectos de ordem econômica, política e social, criando e inovando tecnologias, influenciando diretamente nas condições e na qualidade de vida da espécie humana.

O conhecimento científico é parte do patrimônio intelectual do ser humano, contudo deve ser percebido a partir de ligações com o mundo que nos cerca. A escola é a instituição legitimada para proporcionar condições para que essas relações se estabeleçam a partir da interação da tríade professor-aluno-material didático/instrucional.

Se essa percepção é deficiente ou turva, parece-nos que não se trata de uma deficiência implícita das ciências como área de conhecimento, mas da maneira como se dá a transposição didática realizada com vistas ao ensino-aprendizagem. É de suma importância que os professores sejam capazes de mostrar aos estudantes as possibilidades oferecidas pela ciência como formas de construção da realidade sobre o mundo em que vivem. Isso implicará em um conhecimento significativo que envolve pensamentos, sentimentos e ações e, uma vez aprendido, jamais será esquecido.

Muito se fala que os estudantes brasileiros do ensino fundamental e médio apresentam dificuldades no que diz respeito à compreensão das ciências. Uma das dificuldades perceptíveis é a falta de uma visão mais crítica para estabelecer relações entre a ciência e os fatos do cotidiano e problemas da sociedade. A sociedade contemporânea tem primado por uma educação unilateral, favorecendo a autoafirmação em detrimento da integração, a análise em detrimento da síntese, o conhecimento racional e a competição em prejuízo da cooperação e a expansão em vez da conservação.

Através da interação professor-aluno-material didático-instrucional, essa nova geração de aprendizes deve ser alertada para a emergência de um novo paradigma cujo nome específico não se sabe ainda, mas que urge ser implementado para que tenhamos condições de sobreviver numa sociedade em que as taxas elevadas de crescimento de bens de consumo são supervalorizadas e os desequilíbrios ecológicos, acentuados, refletindo diretamente na qualidade e manutenção da vida.

O tempo parece trafegar em aceleração exponencial, e a ciência avança com promessas impraticáveis de um bem-estar duradouro. Nesse cenário, o caráter estético marca um desenho em que se prioriza a forma em detrimento do conteúdo.

Por outro lado, as informações que chegam diariamente por intermédio da mídia sobre a violência crescente nas cidades e nos campos banalizam o assunto. Nesse contexto, é importante cuidar da construção do saber científico por meio da aplicação de teorias e metodologias criteriosamente escolhidas pelo educador que possam propiciar uma construção mais consistente do conhecimento científico, para que os conceitos possam ser compreendidos, promovendo uma visão mais crítica da ciência.

Em última instância, são as relações de ensino-aprendizagem que devem propor um caminho constituído de uma nova postura pedagógica para promover uma possível mudança no produto final do evento educativo: um aprendiz em condições de identificar e compreender os problemas atuais, de criticá-los e de propor soluções, além de se sentir corresponsável por eventuais mudanças.

Estudamos os mesmos temas, conceitos e fenômenos superidealizados. Por exemplo, quando abordamos a teoria cinética dos gases descrevemos e aplicamos leis e teorias no âmbito do modelo do gás ideal. Resolvemos problemas com condições de contorno que fogem à aplicação dos gases reais. Não que seja impossível fazê-lo, mas resulta em algo que, infelizmente, não se sabe como efetivar.

Ocorre o mesmo com a não-consideração da resistência do ar em problemas de queda livre, com o atrito “desprezível”, quando se aplicam as leis de Newton e tantos outros temas das áreas de Física, Química, Biologia e Matemática. É pouco provável que o estudante consiga fazer uma transposição do conhecimento adquirido em sala de aula para ajudá-lo a compreender situações que se lhe apresentam no dia-a-dia. Assim, o ensino das ciências nas escolas deve ser coerente com a meta de se proporcionar uma educação mais responsável e compatível com a

sociedade do século XXI. Logo, o tempo de fazer algo é agora, mas sempre será o momento de implementar novos valores, nova consciência e nova educação. Há um futuro à frente, e ele é tudo o que importa. A maneira como a sociedade se posiciona no presente refletirá no que está por vir.

Este novo século está marcado pela eficiência da ciência e pela nova revolução no uso consciente ou não dos meios de informações. Dessa forma, é compreensível que a tendência seja formar uma visão catastrófica sobre a futura condição da natureza, das dificuldades de sobrevivência que se ampliarão no decorrer do tempo e de maneira geral da situação do nosso planeta, considerando a crescente escassez de recursos naturais, mudanças nas condições climáticas e problemas decorrentes da relação produção-consumo, sem contar com as questões ainda problemáticas referentes a disputas territoriais, políticas e religiosas.

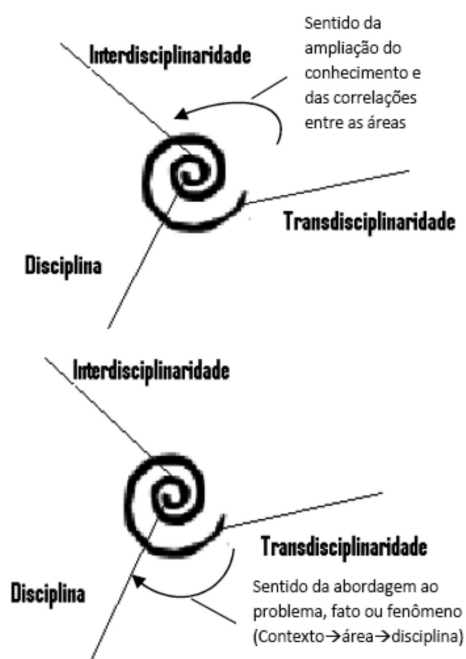
Lidar com questões controversas, como as já citadas, é algo inerente ao momento atual de sociedade. Assim, **a escola é o *locus* mais apropriado para aprendizagem de conceitos e construção de ideias e modelos reificados no universo científico, que possam subsidiar reflexões, debates e tomada de decisões, desenvolvendo a autonomia intelectual e pensamento crítico do educando.**

A área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é muito fecunda, pois possibilita a realização de ações em nível disciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar e, ao mesmo tempo, proporciona níveis de conscientização e clareza quando da análise desses contextos vividos. Essa visão de atuação pode ser percebida de maneira mais clara se analisadas as figuras ao lado.

A primeira, numa perspectiva de evolução em forma de espiral, pois, à medida em que a espiral aumenta, ampliam-se os conhecimentos específicos, percebem-se as relações com os conhecimentos de uma mesma área e as inter-relações existentes entre as mais diversas áreas do conhecimento humano.

De maneira análoga, na segunda figura, os educadores, para melhor gerenciar o processo educativo com seus estudantes, observam a espiral no sentido contrário. Ou seja, partem de um contexto mais amplo da realidade ou tema a ser estudado (**trans**), identifica as hipóteses dos fatos ou fenômenos procurando restringir as variáveis ou as áreas mais específicas do conhecimento (**inter**) para usar as ferramentas, conceito e conhecimentos mais específicos (**disciplinas**) que auxiliem no entendimento das relações e inter-relações problematizadas no contexto/tema em questão.

Essas ações são desencadeadas por meio de atividades educativas idealizadas,



preparadas/adaptadas e propostas pelos professores. Assim é que se espera conseguir significado e compreensão, resultante da ação que busca o perceber, entender, saber, fazer e saber-fazer, possibilitando refletir e (re)descobrir conexões entre sua disciplina com as demais disciplinas das Áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

Dessa maneira, espera-se que essa postura possibilite ao estudante atuar como agente na condução/construção do seu conhecimento, considerando suas necessidades básicas e fundamentais para vivenciar e melhor se articular no seu contexto educacional e de vida. Devem ser levados em conta ainda esses pressupostos já indicados: “Essa articulação interdisciplinar, promovida por um aprendizado em contexto, não deve ser vista como um produto suplementar a ser oferecido eventualmente se der tempo” (PCN+, p.31), ou “Aprender qualquer conhecimento de forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e capacidades que são essencialmente formadoras...”(PCN+, p.111), ou ainda: “um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas” (LDBEN, p. 207).

Assim, não mais se pode “olhar” e “agir” isoladamente *na nossa disciplina e com a nossa disciplina*. A visão de escola, ensino e muito particularmente de ciência e a sua correspondente forma de atuação deve ser ampliada, considerando a necessidade do aprofundamento em cada uma das disciplinas, porém é fundamental a sua complementaridade com as outras áreas do conhecimento. Não se pode esquecer que é por meio das Ciências da Natureza e da Matemática que são encontrados ferramentas, conceitos e elementos básicos de análise importantes para estabelecer uma visão mais crítica e a compreensão do processo da construção do conhecimento humano.

Retrospectiva histórica das diversas concepções epistemológicas que permearam a área de conhecimento – qual a abordagem mais adequada para a formação do sujeito do nosso tempo?

Há no quadro teórico das ciências duas concepções epistemológicas básicas: a descoberta e a construção. Assumindo a ciência como construção, com a participação dos envolvidos: estudante, conhecimento e professor, leva-se em conta que:

- A Ciência é resultante da construção coletiva de experiências e da criatividade dos homens;
- Não é neutra nem acabada e reflete visões de uma época, o que se faz presente nas alternativas dos sujeitos;
- Nela se incorporam História e Filosofia como formas de melhorar a compreensão da natureza desse conhecimento;
- Há uma transformação das concepções espontâneas em conhecimentos científicos (apresentando as contradições, inconsistências internas e lacunas que há nas concepções espontâneas);

- É preciso respeitar os conhecimentos prévios, interesses e experiências anteriores por serem aspectos que interferem na aprendizagem dos estudantes;
- A História e a Filosofia da ciência têm papel significativo no aprendizado da Ciência e da Matemática tanto como uma forma de melhor compreender a natureza do conhecimento científico quanto para mostrar aos estudantes como o conhecimento é construído;
- É necessário aguçar a curiosidade, motivando a busca de esclarecer os porquês;
- Há um campo de experimentos que necessitam ser revisitados pelos aprendizes e para tais ações o papel do professor é fundamental;
- As construções das ciências como possibilidade humana são respostas a curiosidades e problemas reais, ou até mesmo a devaneios que desencadearam e ainda desencadeiam preocupações e inúmeros estudos por vezes longos e difíceis.

Ao longo das últimas décadas, um traço comum tem sido a busca de uma compreensão mais clara e profunda dos variados elementos que caracterizam o ensino de Ciências, pretendendo gerar adequações, modificações e inovações nas práticas pedagógicas do professor em sala de aula.

A partir da década de 1970, vem se consolidando uma abordagem que se preocupa em investigar as concepções alternativas ou espontâneas dos estudantes e professores sobre tópicos referentes às Ciências.

Nas décadas de 1980 e 1990, as pesquisas em ensino e aprendizagem das Ciências apontam para a dinâmica das mudanças conceituais, ou seja, o estudante/aprendiz traz concepções alternativas ou espontâneas frutos de uma aprendizagem significativa e que, na verdade, podem se constituir de conceitos científicos em construção, que apontam para a ciência legitimamente estabelecida.

A Ciência é e sempre será constituída por modelos transitórios e temporais, portanto está sujeita a constantes reestruturações conceituais. Isso se deve ao fato de que o conhecimento científico é uma construção humana em constante aplicação cotidiana e tecnológica, é um processo interminável que exige sempre reconfigurações do âmbito de validade de suas bases teóricas.

Nesse enfoque pedagógico, cabe à escola o papel de fornecer às novas gerações a socialização do saber. Os agentes escolares (professores e estudantes) são partícipes da prática social e exercitam-se ativamente na construção de sínteses, entendendo o mundo, suas conexões e trabalhando na sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação no processo de “construir pontes” entre o saber elaborado, visando torná-lo assimilável a todos.

O caminho teórico–metodológico mais indicado talvez seja a Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2000). Essa proposta enfatiza que a motivação para aprender não se

dá apenas no sentido de propor estratégias e recursos didáticos e sugere que o importante também é que o estudante perceba como relevante o novo conhecimento a ser construído e produzido, utilizando de maneira substantiva, e não arbitrária, os seus subsunçores¹⁵.

Para facilitar a aprendizagem significativa crítica, o autor sugere nove princípios (Moreira, 2005):

1. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

O papel do professor é, preferencialmente, o de ensinar a perguntar, ao invés de fornecer respostas, uma vez que uma boa pergunta (não-arbitrária e não-literal) requer a utilização do conhecimento prévio de maneira significativa, dada a grande quantidade de informações com que o estudante interage, com generalidades, especificidades ou trivialidades disponibilizadas pelos meios de comunicação em geral, tais como TV, revistas, jornais, internet, cinema, rádio. É fundamental que ele saiba selecionar e analisar quais questões são relevantes para a sua aprendizagem (saber perguntar). É nesse momento que ele desenvolve uma percepção crítica a respeito da sociedade e do contexto em que está inserido.

2. Princípio da não centralidade do livro-texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.

A utilização de outros recursos que podem ser disponibilizados para o evento educativo como documentos, artigos científicos, contos, histórias, poemas e uma infinidade de possibilidades portadoras de informações acerca de um determinado tema é importante no processo educativo. É óbvio que a utilização dessa diversidade de recursos requer capacidade de exploração por parte do professor e do estudante para extrair e se aprofundar no conhecimento que se deseja construir. Em geral, o livro-texto é utilizado como único recurso que encerra o conhecimento científico como verdade única e acabada. Ao utilizar outros recursos, o estudante desenvolve capacidade de leitura e contextualização do conhecimento¹⁶.

3. Princípio do aprendiz como perceptor e representador. Aprender que somos perceptores e representadores do mundo.

Os aprendizes não são meros receptores de informações. Ao receber uma nova informação, ele a percebe e a representa mentalmente, de forma única, de acordo com seus conhecimentos prévios. Somente é possível se estabelecer uma aprendizagem

¹⁵ Subsunçores é um termo utilizado por David Ausubel para caracterizar conhecimentos prévios específicos onde devem se ancorar novos conceitos ou ideias quando um novo conhecimento é oportunizado.

¹⁶ SANTOS, C. S. dos. Ensino de Ciências – Abordagem histórico crítica. Ed. Armazém do Ipê (autores Associados), 2005, pg. 88.

significativa crítica se o professor considerar o aprendiz como um perceptor e, a partir de então, um representador do mundo e daquilo que lhe é ensinado.

4. Princípio do conhecimento como linguagem. Aprender que a linguagem está implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade.

É no evento educativo que as linguagens específicas, com simbologia própria, de cada área do conhecimento, são apresentadas aos aprendizes. Considerando o estudante como um perceptor, aprender uma linguagem específica de um determinado conhecimento abre novas perspectivas de representação.

5. Princípio da consciência semântica. Aprender que o significado está nas pessoas e não nas palavras.

O significado das palavras é atribuído pelas pessoas a partir de suas experiências prévias, portanto o aprendiz deve conseguir atribuir significado às palavras. A palavra é um símbolo, não se tratando da coisa em si. As palavras são utilizadas para significar as coisas, e tais significados mudam com o tempo. No evento educativo, o aprendiz e o professor negociam significados a partir do material didático. A consciência semântica pode levar o aprendiz a minimizar a causalidade, vislumbrar possibilidades entre o certo e o errado, permitindo escolhas em vez de mera aceitação da realidade posta.

6. Princípio da aprendizagem pelo erro. Aprender que o homem aprende corrigindo os seus erros.

Aprender significativamente é ter uma certa tranquilidade em aceitar que o erro é um processo importante na aprendizagem. A superação do erro decorre de sua percepção. Ao punir o erro, a escola estabelece que o conhecimento é definitivo e encerra em si verdades absolutas. A história da Ciência está repleta de exemplos de que o conhecimento é provisório.

7. Princípio da desaprendizagem. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência.

Uma vez que um novo conhecimento interage com o conhecimento prévio já existente na estrutura cognitiva, essa interação não necessariamente ocorre de forma a favorecer a aprendizagem. Alguns conhecimentos prévios podem dificultar ou mesmo impedir a aprendizagem de um novo conhecimento. Desaprender não significa apagar determinado tipo de conhecimento prévio (se houve aprendizagem significativa, isso não vai ocorrer), trata-se de não utilizá-lo como subsunçor. Tal princípio é

particularmente importante, pois nos encontramos num mundo em rápida transformação, onde os conceitos e estratégias previamente aprendidos podem se tornar obsoletos. Assim, é crucialmente importante identificar quais conhecimentos prévios são relevantes para as novas demandas.

8. Princípio da incerteza do conhecimento. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos de pensar.

De certa forma, trata-se de uma síntese dos princípios anteriores em que a ênfase se dá pelo fato de o conhecimento humano não ser expresso em termos de verdades absolutas. Isso se reflete no âmbito das definições, perguntas e metáforas, que são os elementos fundamentais na construção de uma visão de mundo. Perguntas são instrumentos de percepção. Definições e metáforas são instrumentos para pensar e são válidos apenas dentro de um contexto.

9. Princípio da não-utilização do quadro de giz. Da participação ativa do estudante. Da diversidade das estratégias de ensino.

Em geral, é no quadro de giz que, com sua autoridade, o professor reproduz seu saber muitas vezes livresco, resolve exercícios tradicionais que serão cobrados em avaliações posteriores, acarretando uma média que classifica e, muitas vezes, estigmatiza o estudante. As atividades utilizadas como estratégias de ensino devem ser colaborativas, para que seja encorajada a troca de significados entre os aprendizes e professor, bem como o papel de mediador deste último. Portanto, de nada adianta substituir o quadro de giz por outras técnicas de aula expositiva, mesmo utilizando “tecnologias de ponta”, como *datashow*, filmes educativos e retroprojetores.

Ao delinear os princípios de aprendizagem significativa crítica, norteadora das ações em sala de aula para o ensino de Ciências no nível médio, procura-se facilitar a construção de um conhecimento que, de maneira alguma, é definitivo. Os conceitos teóricos antes construídos muitas vezes devem ser “desaprendidos”, e o uso de metáforas e da linguagem em si deve ser feito com cuidado para que o conhecimento científico possa ser salvaguardado.

Sem ter a pretensão de apresentar a teoria em sua totalidade e nem esgotar a possibilidade de que outros referenciais teóricos sejam incorporados na prática pedagógica do ensino de Ciências da Natureza e Matemática pretende-se traçar, em linhas gerais, os fundamentos que norteiam tais princípios.

Entre os fundamentos temos a aprendizagem significativa, termo que David Ausubel¹⁷ utiliza em sua teoria cognitiva para traduzir a concepção de um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Essa informação interage com uma estrutura

¹⁷ David Ausubel (25 de outubro de 1918 09 de julho 2008) de família judia, nasce numa época em que a população judaicasofria uma série de preconceitos e de [conflitos religiosos](#). Autor da teoria da [aprendizagem significativa](#).

de conhecimento específico existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende — os “subsunçores” (Moreira e Masini, 1982).

Para Ausubel é possível que a aprendizagem se dê de maneira tal, que novas informações sejam adquiridas por um aprendiz sem que nenhuma ou poucas associações sejam feitas com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do estudante em um processo que se denomina “aprendizagem mecânica”.

O conceito de aprendizagem mecânica pode parecer uma contraposição ao conceito de aprendizagem significativa. Entretanto, para Ausubel não há dicotomias de fato. Em algum momento do processo ensino-aprendizagem pode ser necessário que ocorra aprendizagem mecânica inicial quando se trata de uma área de conhecimento completamente nova ao aprendiz, onde não há *subsunçores* para que as novas informações possam ser ancoradas, possibilitando reorganização conceitual em uma reelaboração que proporcione a aprendizagem significativa. Portanto, não se trata de rejeitar a aprendizagem mecânica e sim de considerá-la possível e necessária até que o indivíduo tenha condições de aprender significativamente, passando a reelaborar conceitos mais complexos a partir de subsunçores previamente elaborados.

A aprendizagem significativa, ao ser externalizada, vem impregnada da leitura de mundo do estudante. *É preciso negociação entre professor e estudante para que se tenham pontos básicos conceituais compartilhados que evidenciem a aprendizagem.* Portanto, há que se repensar o processo de avaliação como uma inferência se os estudantes assimilaram conceitos, recolhendo informações das mais diversas formas para buscar evidências que possam indicar que houve aprendizagem significativa. Entretanto, é preciso que se efetivem condições para que ocorra a aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (Moreira e Masini, 1982), há duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa:

a) Que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não-literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.

Essa condição implica não só que o material seja suficientemente não-arbitrário, em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados.

b) Que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de uma maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva.

Outro aspecto relevante da aprendizagem significativa é que, em geral, ela se dá a partir dos conceitos mais gerais para os mais específicos (diferenciação progressiva). Em contrapartida, os conceitos mais específicos se inter-relacionam no sentido de tornar mais elaborado o conceito mais geral, de onde partiu o processo de aprendizagem (reconciliação integrativa) (Moreira e Masini, 1982).

A aprendizagem significativa é um processo que se efetiva a partir de sucessivas interações, e os conceitos vão sendo elaborados, desenvolvidos e diferenciados. Nessa perspectiva, a aprendizagem de um conceito é facilitada quando os elementos mais gerais e mais inclusivos são introduzidos em primeiro lugar e depois progressivamente diferenciado sem termos de detalhes e especificidades. Assim sendo, as ideias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas ao se propor a aprendizagem de um conteúdo em aula e depois conceitos menos gerais e mais específicos vão sendo diferenciados progressivamente.

É mais fácil para os seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas. A organização do corpo de conhecimento na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica, no topo da qual estão as ideias mais inclusivas e progressivamente incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados. Assim podemos afirmar que novos conceitos e informações são captados e retidos mais eficazmente quando já estão disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo ideias mais inclusivas e relevantes, para servir como subsunçores.

A reconciliação integrativa é um processo inerente à aprendizagem significativa, pois se os conceitos são apresentados dentro de uma estrutura hierárquica de grau de inclusividade, à medida em que ocorre a diferenciação, é possível promover uma reintegração dos conceitos mais específicos para os mais gerais em uma dinâmica “descida” e “subida” que promove ressignificações conceituais.

Novak¹⁸ expande a teoria de Ausubel, uma vez que evidencia a importância da relação professor/estudante e da cumplicidade necessária para que o processo ensino-aprendizagem efetivamente se concretize e evolua. Parte da premissa de que o ser humano pensa, sente e atua. Portanto, as experiências de aprendizagem potencialmente significativas para o aprendiz são aquelas que o levam a um engrandecimento pessoal, proporcionando ao mesmo tempo um certo domínio conceitual que lhe permita o uso eficiente na solução de problemas reais, do dia-a-dia.

Espera-se que passe a existir uma certa “cumplicidade” entre educador e educando, que se estabeleça um processo de confiabilidade naquilo que o educador se propõe a ensinar e o educando se propõe a aprender. Segundo Moreira e Masini (1982), qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor.

¹⁸ Joseph D. Novak completou estudos de pós-graduação na Universidade de Minnesota em 1958, ensinou Biologia na Kansas State Teachers College em Emporia, 1957-1959, e Biologia em cursos de formação de professores na Purdue University, 1959-1967. De 1967 a 1995, foi professor de Ciências Biológicas e Educação. Sua pesquisa está centrada na aprendizagem humana, nos estudos educacionais e na criação de conhecimento e de representação. Ele desenvolveu uma teoria de educação para orientar a investigação e instrução, publicada primeiramente em 1977 e atualizada em 1998 e 2010. Atualmente é professor emérito da Universidade de Cornell, e cientista sênior da pesquisa no IHMC. Ele é autor ou coautor de 29 livros e mais de 140 capítulos de livros e artigos em livros e jornais profissionais. Sua obra *Aprender a Aprender* (com Gowin) publicada em 1984 está editada em 8 línguas e é amplamente lida. Ele já foi consultor de mais de 400 escolas, universidades e empresas, incluindo trabalhos recentes com a Procter and Gamble, NASA e Departamento de Marinha. Seu livro mais recente, *Aprender, Criar e Usar o Conhecimento: Mapas Conceituais como Ferramentas Facilitadoras nas Escolas e nas Empresas* (Routledge, 2010), está atualmente em três línguas estrangeiras, inclusive português.

A troca de significados envolve sentimentos e ações cujo objetivo principal é a aprendizagem significativa de um novo conceito que possa ser compartilhado com a comunidade na qual o aprendiz está inserido, portanto um novo conhecimento contextualmente aceito.

Já Gowin¹⁹ propõe uma relação triádica bastante interessante entre professor, materiais educativos e estudante. Esse cuidado em dar relevância ao material corrobora a ideia de aprendizagem significativa. Segundo ele, estudante e professor buscam compartilhar significados a partir de um dado material didático proposto, mas ambos têm papéis distintos e importantes no processo: ao professor cabe levantar concepções que o estudante já possui a partir de suas experiências e vivências para mudar significados utilizando os materiais educativos do currículo e verificar se o estudante tem captado significados de maneira tal que possam ser compartilhados pela comunidade de usuários.

Enquanto isso não ocorre, cabe a ele atuar no sentido de apresentar de outra forma os significados aceitos no contexto do conteúdo a ser ensinado. Por outro lado, cabe ao estudante atuar intencionalmente no sentido de captar o significado dos materiais educativos, devolver ao professor esse significado que, se não estiver coerente de maneira a ser compartilhado, deve ser novamente analisado mediante uma nova atuação do professor. O mais importante, nesse processo, além do compartilhar significados, é a relevância do material instrucional (didático), pois, ao ser escolhido, requer conhecimento e sensibilidade por parte do professor, no sentido de apresentar condições facilitadoras no processo ensino-aprendizagem e também de compartilhar de responsabilidades.

Nessa relação triádica, professor-aluno-material fica evidente que, para Gowin, em sua teoria de educação, são evidenciadas as condições para que, segundo Ausubel, aconteça o relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva novos conceitos àqueles já existentes. Ou seja, para que a aprendizagem seja significativa o material instrucional deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar disposição para aprender.

A teoria da aprendizagem significativa se completa com a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Essa nova abordagem considera fatores também relevantes no processo de construção do conhecimento na sociedade contemporânea, tais como a velocidade e o fluxo de informações que permeiam o cotidiano moderno e a necessidade cada vez mais premente de selecionar o que é relevante e que deve ser aprendido como uma fundamentação para a continuidade da construção e compreensão do conhecimento científico.

Orientações Metodológicas

Trata-se de considerar as possibilidades de ações facilitadoras da aprendizagem

¹⁹ Bob Gowin é um renomado pesquisador em Educação e autor de vários livros sobre o uso de ferramentas pedagógicas, tais como mapas conceituais (por exemplo, Novak & Gowin, 1984) e Diagramas V na Educação. Atualmente, é professor emérito da Universidade de Cornell, onde está há 30 anos, e também ministra cursos de educação continuada na Universidade de Stanford, assim como linha mestra de tutoria de alunos, tanto local quanto internacionalmente.

significativa em situações de aula. Lembrando que cabe ao professor planejar estratégias e recursos que lhe pareçam mais adequados para inserir cada tópico ou tema proposto. Não temos a pretensão neste texto de esgotar possibilidades, mas, de antemão, podemos inferir que quanto mais o professor conhece seus estudantes e o contexto de ensino, mais chances tem de acertar na escolha de metodologias que facilitem o ensino-aprendizagem.

Há muitas possibilidades já elencadas na literatura e dentre elas podemos destacar a pedagogia de projetos, temas geradores, complexos temáticos e de maneira mais pragmática não podemos nos esquecer de que as ciências da natureza são experimentais e que, portanto, uma abordagem para a construção de conceitos e compreensão de significados deve envolver metodologias teórico-experimentais que promovam reflexão no fazer, que desenvolvam no estudante a capacidade de argumentação, síntese e questionamento. Apresentamos a seguir uma ferramenta metodológica facilitadora da aprendizagem significativa que tem grande potencialidade, mas que requer tempo para negociação de significados entre o professor e seus estudantes.

Mapas Conceituais

A utilização de Mapas Conceituais como ferramentas mediadoras para promover a Aprendizagem Significativa (AS) tem sido proposta nas últimas décadas em várias áreas do conhecimento, em diversos contextos do evento educativo. Mais especificamente educação em Ciências, vários trabalhos têm sido publicados demonstrando essa gama de situações em que os MAPAS CONCEITUAIS são utilizados como um instrumento de aprender a aprender (e.g. Castiñeiras *et al.*, 1998; Lashier Jr. *et al.*, 1986). A proposta original de Novak é a utilização dos mapas como ferramentas metacognitivas, cujo ponto central é a troca de significados entre os sujeitos interessados na aprendizagem de um determinado tema. São, portanto, instrumentos importantes para promover a Aprendizagem Significativa.

Um Mapa Conceitual é como uma “fotografia” da mente humana para um determinado conhecimento (é claro que se trata apenas de uma representação externa sem a pretensão de reproduzir toda a riqueza da mente de um indivíduo). Nele podem estar representadas, através dos conceitos, as relações entre as ideias, valores e concepções de um indivíduo. Ele pode representar também as relações hierárquicas entre conceitos dentro de uma ciência, na perspectiva de quem o constrói.

Proporcionam evidências (ainda que tênues) da compreensão das relações entre os conceitos envolvidos e, possivelmente, das suas bases epistemológicas, ou seja, de que forma os aprendizes organizaram os diversos conceitos envolvidos em suas mentes. Essa propriedade dos Mapas Conceituais é particularmente importante no processo avaliativo.

Segundo Novak e Gowin (1984), um mapa conceitual pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando trajetos que se podem seguir para ligar significados de conceitos de forma que resultem em proposições. O Mapa Conceitual pode ser a conclusão de uma etapa na tarefa de aprendizagem como um resumo esquemático do que foi aprendido.

O mapa conceitual é uma representação esquemática de múltiplas relações entre conceitos (Novak, 2000). Esses são representados como palavras em destaque e as relações, como linhas que interligam as palavras (ver figura a seguir).

É uma representação externa de representações internas do sujeito aprendiz, mas é claro, reitera-se que se trata apenas de uma representação sem a pretensão de reproduzir toda a riqueza da mente de um indivíduo. Como já foi dito, nele, indiretamente, estão representadas as relações entre as ideias, valores e concepções de um indivíduo. Ele pode representar também a relação hierárquica entre conceitos dentro de um corpo de conhecimentos. Estudos realizados legitimam a potencialidade dos Mapas Conceituais como ferramentas para promover a Aprendizagem Significativa.

A figura a seguir mostra um Mapa Conceitual construído por estudantes do segundo ano do nível médio durante uma aula de Física Contemporânea, em uma escola de Cuiabá- MT.



A potencialidade dos Mapas Conceituais

É importante ressaltar que os Mapas Conceituais são ferramentas coerentes com a própria ideia de que a mente das pessoas comporta uma organização hierárquica de ideias ou conceitos. Se os mapas estiverem organizados de tal forma que os conceitos mais abrangentes sejam colocados acima e os menos inclusivos, abaixo, poderemos também visualizar os movimentos de *diferenciação progressiva* (descer no Mapa Conceitual) e *reconciliação integrativa* (subir no mapa) de Ausubel.

Os Mapas Conceituais podem ser utilizados como ferramentas de planejamento curricular, instrumentos de diagnóstico de concepções e também como recursos instrucionais. Em *Aprender a Aprender*, uma obra voltada ao contexto escolar, Novak e Gowin (1995) delineiam como utilizar tais instrumentos para o ensino de tópicos em várias áreas de conhecimento. Segundo os autores, esses recursos podem ser utilizados tanto no ensino quanto na avaliação dos aprendizes. Portanto, o trabalho de Novak, como um todo, procura convencer de que os Mapas Conceituais (e a teoria da Aprendizagem Significativa que os embasa) podem ser utilizados, na prática, tanto como metodologia de ensino-aprendizagem quanto como instrumento de avaliação.

Cabe ao professor estabelecer seus próprios critérios para validar qualitativa e também quantitativamente os Mapas Conceituais. Entretanto, parece-nos que sua percepção tanto dos processos de construção quanto da relevância do produto final em função dos objetivos propostos é que devem permitir mais seguramente uma quantificação dos mesmos. O evento educativo é cheio de peculiaridades e talvez só o professor tenha consciência de como o processo foi conduzido e qual é, de fato, o produto final obtido, se cumpre ou não os objetivos propostos a serem atingidos; então, na utilização dos mapas, os critérios podem e devem variar de acordo com as prioridades estabelecidas.

A elaboração de um mapa Conceitual é uma atividade educativa desafiadora para o estudante, pois requer o exercício de criatividade e reflexão na medida em que solicita que se externalize conceitos e as relações entre eles através de proposições que se estabelecem na própria estrutura do mapa. Novas relações e novos significados são construídos, elaborados e reelaborados. Portanto, é uma atividade que seguramente envolve não apenas conceitos prévios, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz como também a capacidade de criar e recriar conexões, possibilidades de novas percepções sobre as relações conceituais.

Diante de todas essas alternativas, a utilização dos mapas requer uma postura sobre a potencialidade dos mesmos, uma crença acerca do valor dessa atividade para a construção de dado conhecimento, uma postura que difere da usual.

Conversando acerca da avaliação

Ao se propor uma reorientação para o ensino, na Educação Básica, na perspectiva da construção do conhecimento e de aprender significativamente, isso implica também em verificar uma reorientação na avaliação da aprendizagem, no sentido de transformar a ação educativa em algo que faz pensar, que auxilia o educando a questionar, a relacionar, a levantar hipóteses, a acrescentar, a discutir. A avaliação deve ser ela mesma o exercício dessas competências, no sentido de desvelar o caminho percorrido por professores e jovens na busca conjunta da construção do conhecimento e as concepções de avaliação devem ser revistas para despregá-las daquelas que objetivam apenas classificar, selecionar, provar, reter e aprovar.

A abordagem aqui apresentada, de reformulação na proposta de avaliação de aprendizagem, se faz necessária tendo em vista que, no processo de ensino-aprendizagem, ensino e avaliação interdependem.

A avaliação é algo inerente às nossas ações no cotidiano. Quando experimentamos o tempero de uma comida, em processo de elaboração, quando escolhemos uma roupa para vestir, quando escolhemos a escola em que vamos estudar ou que os nossos filhos estudarão. Contudo, a avaliação na sala de aula torna-se, por vezes, um instrumento de poder de meritocracia, principalmente em disciplinas das chamadas “exatas” que de “exatas” não têm quase nada. Além do que é sempre uma tarefa difícil que eleva a carga de trabalho e nem sempre é precisa.

A supervalorização da avaliação provoca muitas vezes um desvio nas finalidades do ensino na sala de aula. Em geral, enquadra o processo de ensino e aprendizagem num padrão voltado para o conteúdo pelo conteúdo e não para a formação integral do estudante. É uma pena, porque avaliar é muito importante como parâmetro de medida diagnóstica do envolvimento dos pares no processo de construção do conhecimento. É o momento em que o aprendiz externaliza seu conhecimento e pode, através da negociação de significados com o professor, material de ensino e colegas, aprender significativamente.

Partimos da concepção de que a avaliação é um processo contínuo e como tal deve ser percebida enquanto parâmetro de indicadores da ação docente e discente, devendo ultrapassar o pensamento pontual e punitivo. Ou seja, devemos perceber a avaliação enquanto instrumento orientador do percurso e objetivos que se almeja.

Não vamos aqui estabelecer um tratado de regras ou receitas para avaliação. Queremos destacar apenas que a avaliação é produtiva quando os participantes aperfeiçoam conhecimentos, aumentam capacidades e mudam de atitudes. Contudo, objetivos específicos devem ser determinados pelo professor e as abordagens avaliativas devem ser cuidadosamente selecionadas a partir desses objetivos, considerando sinceramente todo o contexto em que as aulas foram ministradas. Ou seja: para avaliar o estudante é preciso avaliar a si mesmo, enquanto professor e toda a situação de ensino-aprendizagem. Finalmente, novos ensinamentos somente são bons quando se refletem nas atitudes e capacidades dos estudantes.

Cada momento de avaliação pode, e deve, ser tomado como reflexão e pesquisa do que já foi adquirido, tanto para o educando regular sua aprendizagem como para o professor decidir o que vai selecionar como o próximo objeto de estudo, evitando que repita o que o estudante já sabe ou que não trabalhe o que ele precisa. Avaliação vista como processo, contínua e paralela às atividades de ensino, feita para ajudar o estudante a aprender e o professor, a ensinar, e como exercício coletivo de análise, em que o grupo discute, em função dos objetivos, o que poderia ser alterado.

A avaliação no contexto destas orientações impõe-se muito menos como instrumento de aferição dos saberes adquiridos e mais como instrumento didático-pedagógico de ajustamento de todo o processo ensino-aprendizagem, indicando caminhos para correção de procedimentos tanto do professor quanto do educando.

A utilização de alguns instrumentos avaliativos que a escola e seus profissionais devem discutir, a fim de construir um processo coerente com as novas propostas de organização dessa etapa da educação básica, poderá ser aplicada a partir de procedimentos anteriores adotados. Assim, definidos tais procedimentos como avaliativos e estando os estudantes subsidiados tanto do material bibliográfico ou do resultado de alguma pesquisa de campo sobre o tema proposto, o professor poderá fazer uso de produção de textos, provas dissertativas, seminários, debates, relatórios, etc.

Os instrumentos poderão então incidir sobre os resultados, tanto no que se refere à observação e tomada de consciência dos próprios comportamentos cognitivos e atitudes quanto no que se refere à incorporação e construção de significados e conceitos. Ao final, atribuir nota ou conceito como atitude classificatória torna-se de menor importância, uma vez que o processo revelou-se claramente encaminhado para a garantia da aprendizagem e consequente aprovação.

Há uma tendência, atualmente, em migrar de testes de escolha múltipla (de única resposta correta) e provas de questões fechadas para outros mecanismos de avaliação: testes e trabalhos; elaboração e execução de experimentos; questões abertas; portfólios de trabalhos ou conteúdos; simulações computacionais; exposições de trabalhos em feiras de ciências ou culturais; mapas conceituais; autoavaliação; frequência; trilha de progresso; e avaliação pelos colegas. Qualquer que seja a escolha que fuja de questões de múltipla escolha resulta em avaliação mais subjetiva, que envolve maior escopo e aprofundamento nas informações. Portanto, é mais difícil de mensurar ou tabular exatamente por ser mais flexível e dinâmica, exigindo do professor maior clareza nos critérios de atribuição das notas. Ou seja, as regras do jogo devem ser claras e acordadas entre os participantes.

Resumidamente, uma avaliação no processo de ensino-aprendizagem:

- busca evidências de que os estudantes aprenderam significativamente.
- está impregnada da *leitura de mundo* do estudante.
- é necessária negociação entre professor e estudante para que se tenha pontos conceituais básicos compartilhados pela comunidade científica.

As provas, tão questionadas por especialistas e condenadas por alguns, é o procedimento mais característico do sistema de avaliação nacional. No entanto, o problema não é a prova em si, mas a perspectiva que os professores e estudantes têm da prova. Se for realizada com a intenção de punir ou de cobrar conteúdos sem significado para o estudante, com certeza, devem ser condenadas. Contudo, se bem utilizadas, podem ser uma fonte de informações bastante útil para que o processo de ensinar e aprender seja analisado e revisto.

O momento de uma prova dissertativa é de estudo. A pesquisa bibliográfica sobre o conteúdo nela proposto pode ser elaborada na mesma hora de sua realização. Pode ser individual ou em grupo, dependendo do volume que ela for representar na fase somativa da avaliação. Além do grau de assertividade das respostas do estudante o que está em jogo é sua capacidade de tornar o texto produzido, texto próprio com claras indicações do grau de apropriação do conteúdo. Ela pode ser utilizada no início ou no fim do momento verificador. Seu resultado pode ser apresentado da forma tradicional e entregue ao professor para correção ou através de produção de slides (power point), usados numa exposição oral, etc. Como já mencionado, observe-se que a prova dissertativa que é muito utilizada, pode constituir-se um instrumento de avaliação ou em procedimento avaliativo como parte de um processo. Só não pode ser algo que imposto torna-se arma de opressão e mera medição .

Diante desta visão outros instrumentos avaliativos podem ser listados e igualmente considerados como válidos e eficientes no processo de ensinar e aprender, tais como:

- avaliação pelos pares suscitando discussões sobre o produzido;
- autoavaliação, vista como uma construção capaz de contribuir para a formação de um estudante, que se pretende protagonista de sua própria aprendizagem, ajudando-o a ter clareza do que aprendeu, de suas dificuldades e avanços;
- Mapa conceitual - diagrama em que indicamos relações significativas entre conceitos de um conteúdo. Pode ser usado no início de um assunto para verificar o que os estudantes sabem, no meio do estudo para ver o caminho que está sendo percorrido e no final, como avaliação.

O importante é que se tenha a clareza de que cabe ao professor o exercício reflexivo da sua ação docente, definindo formas e estratégias de avaliação que melhor condizem com sua realidade.

Sem esgotar o tema, considerando e aproveitando a potencialidade avaliativa dos mapas conceituais, como instrumentos de avaliação, a ideia principal é avaliar o que o estudante já sabe em termos conceituais, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos (Moreira, 2000). Considerando a avaliação como um processo, é possível detectar, durante a elaboração dos mapas, capacidades como: interação com o material didático e com o grupo de trabalho, professor e estudantes e processo autorreflexivo, que constituem etapas neces-

sárias à troca de significados que promovem a Aprendizagem Significativa. Esses fatores têm uma relevância qualitativa que exige capacidade e bom-senso do professor para permitir uma análise criteriosa que possibilite percebê-las.

Entretanto, as escolas adotam um sistema avaliativo, orientado por escalas numéricas, para medir a aprendizagem. Então, como quantificar e valorar os Mapas Conceituais?

Novak e Gowin (1995) sugerem critérios básicos para esquemas de pontuação dos Mapas Conceituais como uma tentativa de avaliação do desempenho cognitivo acerca do que deve ser a organização cognitiva que resulta da aprendizagem significativa:

1. **Organização hierárquica** – No mapa, conceitos e proposições menos inclusivas, mais específicas, devem estar subordinadas a conceitos e proposições mais abrangentes. Deve mostrar o conjunto de relações hierárquicas entre um conceito e outros subordinados a ele. Sugerir a diferenciação de conceitos através de inter-relações conceituais específicas, porque o significado que é dado a um conceito depende do número de relações relevantes que percebemos e de como as hierarquizamos. Enfim, os Mapas Conceituais devem apresentar boas organização e estruturação hierárquica, o que facilitará ao professor uma avaliação e a quantificação.

2. **Diferenciação progressiva** – Os Mapas Conceituais devem apresentar ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo ensinado no topo (ou no centro, dependendo da estrutura hierárquica do mapa) e progressivamente desdobrar-se em outros conceitos mais específicos; isto porque, no processo de aprender significativamente, a organização de um corpo de conhecimentos na mente do aprendiz corresponde a uma estrutura hierárquica em que as ideias mais inclusivas estão relacionadas a proposições e conceitos menos inclusivos e mais diferenciados.

3. **Reconciliação integradora** – Os Mapas Conceituais devem revelar, nas relações entre conceitos e proposições, suas diferenças e semelhanças, reintegrando-os aos mais inclusivos e reconciliando inconsistências reais ou aparentes.

Devemos considerar que qualquer tentativa de pontuação tem um certo grau de subjetividade e arbitrariedade inerente, como qualquer outro instrumento de avaliação. Aqui, como sugestão inicial, apresentamos os critérios específicos estabelecidos por Novak e Gowin (1995, pág. 52) para a pontuação dos Mapas Conceituais:

- **Proposições:** Os autores sugerem que a relação de significados entre dois conceitos deve ser indicada pela linha que os une e pelas palavras de ligação. Atribui-se 1 ponto para cada *proposição válida e significativa*.
- **Hierarquia:** Cada conceito subordinado deve ser mais específico e menos geral que o conceito escrito acima dele, considerando o ponto de vista sob o qual se constrói o mapa. Atribui-se 5 pontos para cada nível hierárquico válido.

- **Ligações cruzadas:** O Mapa Conceitual deve apresentar *ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento*. Essa relação deve ser *válida e significativa*. Para cada ligação atribui-se 10 pontos e soma-se nesta etapa mais 2 pontos para cada ligação cruzada que seja válida, mas não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados.
- **Exemplos:** Os acontecimentos ou objetos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceituais podem valer 1 ponto cada.

O Mapa Conceitual é uma tentativa de clarificar as relações conceituais tais como estão dispostas na estrutura cognitiva do aprendiz e cujo objetivo é a representação de relações significativas entre conceitos adquiridos, na forma de proposições. Quanto mais elaborado, na condição de se aproximar do conhecimento científico formal, maior número de relações e subordinações válidas, mais ligações transversais significativas devem ser evidenciadas no mapa.

Finalmente, a construção de um Mapa Conceitual não pode ser considerada como uma atividade simples que pode ser avaliada apenas por um conjunto de regras quantitativas preestabelecidas, mas talvez possa ser considerada como uma situação-problema na medida em que sua construção é uma tarefa que exige certo conhecimento conceitual. A intenção é apenas a de mostrar como os Mapas Conceituais podem ser usados como instrumentos de avaliação se conseguirmos explorar seu potencial como facilitador da aprendizagem significativa.

PALAVRA FINAL

O aprendizado, no ensino das Ciências da Natureza e Matemática, caminha no sentido de se produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, através da utilização dos conhecimentos científicos para explicar o funcionamento do mundo e intervir na realidade e, por conseguinte, fazer a conexão de tais conhecimentos com aplicações tecnológicas.

Para auxiliar as escolas no esforço não muito óbvio, nem fácil de construção de currículos estruturados de modo a propiciar uma compreensão inter e transdisciplinar, é que os Parâmetros Curriculares Nacionais trazem uma representação gráfica por meio de uma matriz que permite tecer os mais diversos cruzamentos entre as três áreas de conhecimento e um conjunto de três eixos de competência, conforme pode ser verificado abaixo:

	Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias	Ciências Humanas e suas Tecnologias
Representação e Comunicação	X		
Investigação e Compreensão		X	
Contextualização sociocultural			X

Esta articulação entre os três eixos mostra que, apesar de estarem associados diretamente, não são exclusivos às áreas. Embora cada eixo esteja referido primeiramente a uma área afim, facilmente percebe-se a associação do mesmo com as outras duas áreas.

Assim, a construção de competências e capacidades de representação e comunicação extrapola o trabalho desenvolvido com os conteúdos da Área de Linguagens, uma vez que as linguagens são fundamentais como pensamento estruturado e, como tais, estão igualmente presentes no desenvolvimento de conhecimentos necessários à compreensão dos fenômenos naturais, sociais e culturais e, portanto, no desenvolvimento das outras duas áreas.

Se as capacidades de investigação e compreensão constituem a essência do método científico aplicado às Ciências da Natureza e Matemática, também não se concebe a construção de um conhecimento estruturado em Ciências Humanas sem o recurso de métodos e técnicas de pesquisa.

Por fim, se a contextualização sociocultural aponta diretamente o trabalho realizado pelas Ciências Humanas, na qualificação dos diversos contextos de caráter social, econômico, político e cultural, não se pode conceber a compreensão das linguagens, das ciências, das tecnologias sem essa mesma contextualização.

Dessa forma, considerando aspectos básicos propostos nos **Parâmetros Curriculares Nacionais, o professor pode vislumbrar na disciplina específica o que é comum a todas as disciplinas, organizando o aprendizado disciplinar na busca da multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e contextualização.**

A proposta é que o professor faça uma reflexão acerca de sua disciplina específica – Química, Física, Biologia ou Matemática – interligando-a às demais disciplinas e, sobretudo, considerando os objetivos propostos para área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Muitas temáticas descritas em uma disciplina se complementam nas demais e isso ajudará na proposição de atividades didático-pedagógicas inovadoras.

O aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, metas formativas particulares e até mesmo tratamentos didáticos específicos, passa então a repousar sobre conhecimentos e capacidades cognitivas e comportamentais que permitam ao cidadão alcançar domínio intelectual da técnica e das formas de organização social, de modo a ser capaz de criar soluções originais para problemas novos que exigem criatividade, a partir do domínio do conhecimento.

Bem longe de ter a intenção de ser um instrumento exemplificador do fazer pedagógico, os aspectos aqui apresentados disponibilizam ao professor todo um aparato de recursos de reflexão, desenvolvidos a partir de uma série de discussões de suma importância, que podem ajudá-lo a agir dentro de situações complexas. Embora ainda em aperfeiçoamento, permitem que ele analise os elementos presentes no modelo pedagógico vigente e o oriente de forma crítica ao seu trabalho cotidiano.

FÍSICA



Escola Estadual Teotonio da Cruz

O que se pretende aqui é uma breve abordagem de como a Física se desenvolveu enquanto uma disciplina específica da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, com seus aspectos próprios, enfoques curriculares e metodologias específicas, e fazer uma reflexão crítica acerca do ensino de Física no Brasil e em Mato Grosso.

A busca do entendimento sobre a natureza, sua importância e relação com os seres humanos se confunde com sua própria história e forma de organização social. Pode-se conjecturar que o ensino de Ciência, por conseguinte, o ensino de Física, é uma atividade antiga.

Os livros didáticos como elementos pragmáticos do ensino de Física no Brasil surgiram em meados do século XIX - esse material, geralmente europeu, não trazia uma proposta pedagógica subjacente: tinha finalidades ilustrativas e apresentava conteúdos supostamente importantes para serem ensinados nas escolas, com pouca ênfase experimental.

Portanto, há pelo menos um século se busca uma forma adequada de se abordarem em sala de aula os conhecimentos construídos pela Física. Contudo, algumas propostas foram pensadas e implementadas na tentativa de se pensar e efetivar um ensino de Física motivador e eficiente. Em princípio, essas propostas foram idealizadas em outros países e outras se desenvolveram aqui mesmo. Nesta reflexão será feito um breve histórico sobre as principais propostas, buscando detectar sucessos e insucessos e suas possíveis causas.

Em Mato Grosso, a Física sempre foi abordada nas escolas a partir da ênfase dada em nível nacional. Muitas vezes, quando as propostas chegavam ao curso de

licenciatura de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), sua inviabilidade já havia sido percebida nos grandes centros (regiões Sudeste e Sul). Imagine então como essas propostas chegavam às escolas para os professores já em exercício.

O quadro a seguir foi desenvolvido na tentativa de facilitar uma leitura comparativa entre as principais propostas.

Proposta/ano/país de origem	Filosofia Norteadora	Currículo	Professor	Aluno	Material didático	Panorama
Physical Science Study Committee (PSSC) EUA - 1956 Brasil - 1960.	Behaviorismo: A experimentação levaria à compreensão ou até mesmo à redescoberta de leis científicas.	Ênfase experimental; desvinculado da realidade local.	Função orientadora, com postura didática baseada no livro do professor.	Poderia aprender ciência por si, a partir da atividade experimental via instrução programada – vivenciando as etapas do “método científico”.	Guia de laboratório; conjunto de aparelhos de baixo custo; filmes; testes padronizados; série de publicações preparadas por expoentes nos respectivos campos.	Professores malpreparados; Poucas escolas aderiram; Kits incompletos – sem identificação ou instrução auxiliar. Superestimação da capacidade do material instrucional na promoção da aprendizagem.
Projeto Harvard (Harvard Project Physics) EUA- 1970 Brasil -1975.	Behaviorismo: A Física apresentada como uma atividade com muitas facetas humanas considerando seus aspectos evolutivos na perspectiva histórico-cultural.	Ênfase teórica e experimental; desvinculado da realidade local.	Função orientadora, com postura didática baseada no livro do professor.	Poderia aprender ciência por si, a partir da atividade teórica e experimental via instrução programada - vivenciando as etapas do “método científico”.	Livro-texto; coletâneas de textos; manuais de atividades; guias para o professor; livros de instrução programada; filmes; transparências, aparelhos; livros de teste.	Professores malpreparados; Poucas escolas aderiram; Kits incompletos – sem identificação ou instrução auxiliar. Superestimação da capacidade do material instrucional na promoção da aprendizagem ancorada basicamente.
FAI (Física Autoinstrutivo) década de 70.	Behaviorismo: Forte ênfase na instrução programada; partia-se do pressuposto que a resposta certa reforçava e estimulava o aluno a prosseguir, além de ser indicativo de aprendizagem.	Ênfase teórica e experimental; desvinculado da realidade local.	Distribuir material, estabelecer e controlar cronogramas e aplicar provas, estas frequentemente já incluídas no pacote educacional.	Trabalho individual e aprendizagem no seu próprio ritmo através de estudo dirigido.	Cinco textos programados que fragmentavam o conteúdo em pequenos trechos nos quais eram inseridas lacunas ou indagações para completar.	Bruscamente interrompida com a proibição por parte do MEC da publicação de livros descartáveis. Como todos os textos de instrução programada, tinham de ser descartáveis, pois os alunos os utilizavam como material de trabalho.

Proposta/ano/ país de origem	Filosofia Norteadora	Currículo	Professor	Aluno	Material didático	Panorama
PEF (Projeto de Ensino de Física) Brasil 1975/1980.	Transição entre Behaviorismo e Cognitivismo: Levar o aluno a conhecer alguns fenômenos e conceitos da Física, de modo que pudesse operar com esses conceitos, resolver problemas e realizar experiências.	Desenvolvimento de temáticas mais próximas dos interesses dos alunos, inclusive Física Contemporânea.	Valorização ao acompanhamento dos alunos, estimulando a elaboração de respostas. Coordenador, organizador, orientador, avaliador e muito pouco como expositor da matéria.	Postura ativa e individual aprende por si a partir das atividades teóricas e experimentais através de estudos dirigidos. Contudo, é salutar a socialização do conhecimento.	Quatro conjuntos de textos e materiais experimentais de baixo custo: Mecânica 1 e 2, Eletricidade e Eletromagnetismo Guia do Professor e Textos suplementares.	Ineficiente distribuição do material; A qualidade do material experimental e a dificuldade de obtenção dos guias do professor. Superestimação da capacidade do material instrucional.
PBEF (Projeto Brasileiro de Ensino de Física) Brasil - 1978.	Transição entre Behaviorismo e Cognitivismo: Levar o aluno a conhecer alguns fenômenos e conceitos da Física, de modo que pudesse operar com esses conceitos e resolver problemas.	Desenvolvimento de temáticas mais próximas dos interesses dos alunos.	Orientador, avaliador, responsável pelo planejamento, pela própria característica do material didático oportunizando a apresentação de acordo com o desejo ou de conveniências estruturais.	Responsável pela obtenção e manuseio do material didático.	Dois volumes com abordagem e forte ênfase nos aspectos históricos; dois outros com enfoque mais prático e utilitário. Algo que merece destaque é o fato de que o material não era encadernado.	Falta de estrutura em sala de aula, falta de professores com formação específica. Pouca divulgação da proposta e do material.
GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física), criado em 1984.	Transição entre Cognitivismo e Humanismo. Embora Paulo Freire não seja formalizado como uma referência central, sua concepção de que o processo de ensino e aprendizagem é uma marca indelével deste projeto.	Levantamento de temas relevantes ou de interesses dos alunos é feito junto ao professor. É importante que tenham proximidade os conceitos ou temas previstos na ementa para a série, nível da turma.	O aprendizado é conduzido numa sequência que favorece a construção conceitual que, na medida do possível, se inicia pelo "como funciona" e prossegue por níveis crescentes de abstração.	A partir da habilidade de apreender a realidade dos alunos, é principal responsável pelo estímulo a negociação de significados em situações de aprendizagem.	Livros de Mecânica, Física Térmica, Ótica eletromagnetismo: utilizados na preparação de professores do Ensino Médio para adotarem aquela metodologia para cada um dos temas.	Falta de estrutura em sala de aula, falta de professores com formação específica. Pouca divulgação da proposta e do material.

Sobre “ensinar Física” nos dias atuais

A Física é uma ciência experimental, uma construção humana, está nas nossas mentes como físicos, professores de Física ou cidadãos, neste caso como conhecimento explícito ou implícito. O conhecimento Físico, ao ser abordado em sala de aula, deve ser alicerçado por experiências ou vivências que o aprendiz capta da realidade na qual se insere, permeada de uma linguagem coloquial, que muitas vezes reflete o senso comum.

Contudo o progresso da técnica experimental do nosso tempo coloca ao alcance da ciência novos aspectos da natureza que não podem ser descritos na forma de conceitos da vida diária (como no caso da *Internet*, por exemplo, que provocou modificações nos conceitos de rede, conexão e de mensagem).

O conhecimento Físico envolve conceitos importantes para se compreender o que se passa na sociedade contemporânea, tais como dualidade, determinismo, indeterminismo, **complementaridade, probabilidade e superposição de estados, entre outros. Como educar um jovem que convive com informações sobre energia nuclear, celulares, micro-ondas, medicina nuclear, etc., de forma que ele possa se posicionar, emitir opiniões ou juízos de valor, fazer escolhas** se não houver uma construção conceitual significativa que lhe permita fazê-lo? Essas dúvidas permeiam o dia-a-dia do profissional da educação que deseja que seu estudante aprenda, contudo existem inúmeras variáveis que parecem dificultar ou impedir a aprendizagem dos conceitos físicos de forma significativa.

Pode-se rapidamente citar extensa grade curricular e, conseqüentemente, pouco tempo efetivo para “cumprir-la”, estudantes desmotivados, salas de aula cheias e desconfortáveis e falta de equipamento de laboratório, além de, às vezes, a falta de preparo para ensinar determinados tópicos (principalmente Física Moderna e Contemporânea, História e Filosofia da Física), sem falar de questões pertinentes à própria desvalorização do professor. Nada disso é irrelevante. Entretanto, os professores são profissionais legitimamente responsáveis pelo ensino e a aprendizagem de uma ciência que encerra conhecimentos importantes que determinaram e continuam determinando os rumos da humanidade.

A Física, nossa matéria de ensino, permite-nos conhecer os fenômenos naturais, traduzindo-os em uma linguagem matemática muito peculiar. Apresenta hoje, mais do que nunca, interfaces importantes com outras ciências e outros saberes.

A opção do profissional da Educação em formar um cidadão crítico e reflexivo de fato, pautando seu trabalho na construção de conceitos de forma responsável e não literal, sem dúvida, exigirá fundamentalmente duas coisas: profundo conhecimento do conteúdo de Física e uma postura teórica que deve efetivamente refletir na

prática do ensinar, com metodologias diversificadas, escolhidas com critério e cuidado, considerando a diversidade de perfis que se apresenta numa classe.

Existem inúmeras pesquisas no Ensino de Física em que a teoria é aplicada em situações de ensino, apontando resultados animadores. Nossa proposta, neste documento, é de que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC)²⁰ fundamente nossa prática pedagógica.

A intenção é de que o professor perceba a necessidade de compreender ou propor formas mais adequadas para ensinar os conteúdos de Física de maneira potencialmente significativa. Ao fazer uma leitura cuidadosa de alguns livros didáticos para o Ensino Médio, constata-se que não há consenso sobre os conceitos importantes para essa fase escolar nem a profundidade ou a linguagem com que esses conceitos devem ser tratados. O receio é de que a Física seja marginalizada pelos aprendizes pela dificuldade de aprendizagem e por não relacioná-la aos fenômenos cotidianos. Percebe-se que a grande quantidade de informações que os estudantes recebem nas escolas e fora delas os leva a ignorar conhecimentos que não tenham correlação com suas necessidades.

Para que isso não ocorra, o conhecimento que o professor se propõe a ensinar deve permitir ao estudante uma construção conceitual que aumente seu grau de liberdade para compreender uma gama de fenômenos do mundo moderno, de seus novos códigos e suas tecnologias contemporâneas. Esta é a razão primeira para que o professor investigue o contexto em que os estudantes se inserem, para que possa selecionar os temas mais importantes e os conceitos fundamentais dentro da matéria de ensino.

²⁰ Como primeira leitura sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) ver o site : <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cving.pdf>

TEMAS ESTRUTURADORES: uma proposta alinhada com as Orientações Curriculares Nacionais e PCN+ para o Ensino Médio



Escola Estadual Jaiminho

A partir dos temas já sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e por considerá-los relevantes para o estudante nos dias atuais, apresentamos uma releitura cuidadosa destes, tendo em vista o ensino de Física no nosso Estado, incluindo justificativa e os principais conceitos pertinentes a cada tema, lembrando que o professor deve se sentir livre para escolher qual é a ordem dos temas e qual o enfoque predominante em cada abordagem, em função do contexto.

Tema 1: Movimento, variações e conservações

Movimentos e corpos modificando sua posição no espaço (e no tempo) são a essência de uma coleção tão extensa de fenômenos, que a não-análise de tais situações chega a surpreender os professores de ciências. Entretanto, a Mecânica, a tradicional subárea da Física que se encarrega de compreender tais fenômenos, costuma ser muito malvista pelos estudantes no Ensino Médio. Pode-se atribuir a uma série de fatores essa contradição. Não é difícil perceber, por exemplo, que entre a compreensão desses eventos, fundamentais à vida, e as relações de ensino-aprendizagem que se estabelecem há um abismo de interesses e motivações. Os professores, em geral preocupados com a relevância dos conceitos relacionados aos movimentos, estendem-se em demasia na abstração matemática e acabam por dedicar um tempo exagerado a uma descrição de situações idealizadas em que a aplicação de fórmulas deveria simular a supremacia da razão sobre a Natureza. Os estudantes, por sua vez,

encontram-se em uma posição muito desconfortável: ao mesmo tempo em que começam a traçar um perfil da Física como componente curricular, veem-se obrigados a fazer uso de um nível de racionalização que pouco desenvolveram.

Em última instância não há real problematização dos fenômenos, e o ensino de Ciências acaba por estigmatizar ainda mais a própria ciência.

1.1 Fenomenologia cotidiana

Esportes, danças, manifestações culturais, brincadeiras e outras atividades humanas têm sucesso em atrair a atenção dos jovens. Igualmente chamativos são os modernos meios de transporte. O professor pode se basear em eventos dessa ordem para começar a tratar dos assuntos ligados à Física. A atual carga horária da disciplina é outro fator que justifica uma seleção criteriosa de conteúdos. No entanto, deve-se evitar uma maior ênfase à descrição e à classificação dos movimentos em detrimento das interações entre os corpos e seus efeitos, da transferência de energia e momento. Para facilitar a prática didática do professor de Física, sugerimos as referências para pesquisas que se baseiam em fenômenos físicos e sua contextualização²¹.

Mesmo partindo de um trabalho que se baseie na realidade dos estudantes, é preciso estar atento aos conceitos físicos que deverão ser significativamente explorados. Uma abordagem de fenômenos que envolvam os movimentos deve se fundamentar na clara compreensão dos conceitos de posição e referencial para, posteriormente, introduzir-se a ideia de velocidade (com base na variação²² temporal de começar a posição). Nesse ponto, o aprendiz estará apto a explorar a mensuração de tais grandezas²³. É também um bom momento para se trabalhar o uso e a importância das unidades de medida²⁴.

É natural, segundo essa abordagem, que se explorem as variações temporais da velocidade (ênfatizando a distinção entre velocidade, variação de velocidade e aceleração) e suas causas: as interações entre os corpos.

A discussão sobre as interações pode ser muito rica se for explorada adequadamente. É possível, com base no estudo das forças, compreender muito do que se vê no dia-a-dia: quedas, correntezas e tombos (força peso), voos e flutuações (empuxo e resistência dinâmica dos fluidos), pulos e sustentações (força normal e tensão), além do próprio movimento dos corpos e suas dificuldades (atritos).

²¹ Há uma boa lista de sites nas OCN's de Física disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivo/s/p/d/f/b/oo_k_vo_lu_m_e_02_internetpdf>

²² O conceito de variação deve, por si só, receber especial atenção por parte do professor, uma vez que seu uso será frequente em Física e não é raro que os estudantes sintam dificuldade em distinguir a grandeza de sua variação.

²³ A própria distinção entre grandezas escalares e vetoriais deve ser abordada com cuidado: uma exploração do uso de vetores no dia-a-dia, neste início, pode ser mais eficiente do que uma série de atividades explorando as características dos vetores e as operações matemáticas possíveis.

²⁴ Sugestão de leitura: "Unidades Legais de Medida", disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>>

Do contraste entre a distinção macroscópica de forças de contato e ações a distância²⁵ até a moderna compreensão sobre as quatro interações fundamentais (eletromagnética, gravitacional, nuclear forte e fraca) há uma grande oportunidade de incitar uma significativa mudança na visão de mundo e uma grande oportunidade de apresentar o uso de modelos de representação da realidade. Também é importante que o professor tenha clareza de que a construção correta do conceito de campo (que se inicia com a ação gravitacional) poderá ter grande importância como subsunçor num posterior estudo sobre interações eletromagnéticas (que exige grande abstração por parte dos estudantes).

Um ponto crítico no estudo das relações entre movimentos e interações é a abordagem das leis de Newton. O professor deve tomar muito cuidado ao preparar as situações de aprendizagem sobre esse tema que é, talvez, o maior representante da problemática²⁶ no ensino de Física: de um lado, conteúdos fundamentais para a construção do saber físico; do outro, uma enorme rejeição pelos estudantes. Uma distorcida ênfase em cálculos, fórmulas e arranjos vetoriais pode obscurecer a grande potencialidade que se encontra latente nesse conteúdo: a de mostrar a ciência como construção humana. **Em geral, o estudante fica com a impressão de que a ciência só é compreendida por gênios como Isaac Newton e isenta de influências históricas ou culturais**²⁷.

Aristóteles, Galileu, Descartes, Leibniz e muitos outros, em muitas épocas, contribuíram direta ou indiretamente para essa tão celebrada realização científica. Não explorar essa evolução do conhecimento natural é contradizer a formação crítico-reflexiva que se almeja para os estudantes.

Ao mesmo tempo em que esses jovens passam a pensar em conceitos como inércia e sua mensuração (a massa), forças e referenciais (inerciais ou não), devem enxergar as aplicações desses conceitos em sua vida (cinto de segurança, secadoras, balanços e outros brinquedos, etc.). É importante, também, que sejam conscientizados de que tais conceitos e relações servirão de base para muitos outros ao longo do estudo da Física no Ensino Médio.

Tema 2: Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia

Nossa região apresenta características climatológicas que potencializam questões ligadas à propagação do calor e ao conforto térmico. As aplicações tecnológicas envolvendo a transferência e transformação da energia térmica estão profundamente ligadas ao desenvolvimento industrial e dos transportes. A demanda crescente por formas e fontes diversas de energia exige um conhecimento de conceitos ligados

²⁵ Uma pesquisa na história e filosofia da Física seria muito bem-vinda neste momento. A ideia de ações à distância, como a gravidade, rendeu debates muito interessantes como a existência ou não do éter. A aceitação de tais forças foi motivadora de grandes mudanças conceituais e filosóficas.

²⁶ Há uma boa lista de sites nas Orientações Curriculares Nacionais de Física disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf

²⁷ Influências que não puderam ser negadas nem mesmo pelo próprio Newton: “*se enxerguei mais longe, foi por ter subido nos ombros de gigantes*”.

à Termodinâmica para a tomada de decisões. A intensa atividade agropecuária no Estado e as queimadas acabam colocando-nos como vilões do efeito estufa. Mesmo que o problema das mudanças climáticas globais não tivesse se instalado de maneira permanente na mídia, ainda assim o estudo do calor e de seus efeitos se mostraria relevante por favorecer a compreensão de fenômenos naturais que têm implicações diretas em ações locais e cotidianas. Em suma, este é um tema com enormes possibilidades de contextualização e deve ser explorado com a intenção de contribuir com a formação crítico-reflexivo.

De forma semelhante ao que ocorria com o estudo dos movimentos, a Física Térmica também costuma sofrer com o excesso de fórmulas e cálculos, gerando uma carência de significados concretos e pouco entendimento da realidade. Como sugerido nos PCN+, o primeiro equívoco a ser evitado é a atenção exagerada às escalas termométricas. Em vez disso, o estudante deve ser capaz, antes de mais nada, de distinguir os conceitos de calor, temperatura e energia interna.

2.1 Fontes e trocas de calor

Para que o aprendiz possa lidar adequadamente com o conceito de calor²⁸ é indispensável uma discussão anterior sobre a energia e suas formas, bem como a noção de equilíbrio térmico. É fundamental que, durante o início do estudo, já se proceda à distinção entre calor e quente (sensação térmica) e abolir a ideia de que o frio (outra sensação térmica) seja o oposto do calor. É certo que alguns obstáculos ligados ao uso corrente desses termos surgirão, uma vez que a Física traz um significado até então desconhecido entre os estudantes para o termo calor. Nesse ponto é importante que o professor se atente ao princípio da consciência semântica²⁹, a negociação de significados entre ele e o aprendiz.

Outro ponto delicado, mas que precisa ser apresentado em função de sua importância para pleno desenvolvimento dos conceitos de calor e sua propagação, é o modelo cinético molecular (usado por Kelvin na construção de sua escala absoluta). Associado à lei zero da Termodinâmica, esse modelo dá-nos subsídios para aplicarmos o conceito de temperatura de maneiras mais confiáveis do que aquelas baseadas puramente nas sensações térmicas. Apesar de o uso de modelos fazer parte do trabalho em Ciências, os aprendizes podem manifestar um certo desconforto por trabalhar com representações da realidade. Isso pode ser superado se o ambiente educativo propiciar o diálogo, o questionamento e a elaboração de hipóteses para a compreensão da realidade.

Grande parte de nossos estudantes deve apresentar uma noção intuitiva de que o calor pode se propagar pelos materiais e de que o faz melhor em certos tipos do que em outros. Pode-se estruturar melhor esse conhecimento pela aplicação dos conceitos sugeridos acima e outros, como a condutividade térmica, para explicar situações cotidianas. Isso os levará, também, a questionar a forma pela

²⁸ Muitos erros conceituais acabam se instituindo sem que o professor perceba. É comum os estudantes se esquecerem de que a energia térmica em trânsito, além de imaginá-lo como sinônimo de temperatura e não como decorrente de uma diferença de temperatura entre corpos.

²⁹ Já sugerido na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005).

qual se processam essas trocas de calor pela matéria (condução e convecção) e a sua emissão por ela (radiação infravermelha)³⁰.

2.2 Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores

Compreender como a matéria se comporta em função das trocas de calor (variação de temperatura, dilatação e mudanças de fase) permite-nos fazer escolhas que refletirão diretamente em nossa vida, como avaliar e manusear os materiais de acordo com suas propriedades térmicas. **O estudo da Termodinâmica, de sua evolução³¹ e das aplicações tecnológicas consolida a Física como construção humana e evidencia a importância prática da ciência para a sociedade, o que dá maior autonomia aos aprendizes para enxergar como as coisas funcionam à nossa volta.** É uma unidade temática rica em materiais e textos de apoio que podem ser explorados pelo professor no sentido de fomentar leitura, pesquisa e ações interdisciplinares.

Deve-se discutir com os estudantes sobre as relações entre pressão, volume, temperatura, energia interna e consequências macroscópicas das variações dessas grandezas quando ocorrem as trocas de calor; rerepresentar a lei da conservação da energia segundo o experimento de Joule e a primeira lei da Termodinâmica; apresentar as máquinas térmicas, o trabalho termodinâmico e o uso que a tecnologia atual faz disso (os motores a combustão, por exemplo). A segunda lei da Termodinâmica é tão (ou mais) fundamental que as Leis de Newton. Seus vários enunciados devem ser comparados e discutidos, pois rerepresentam a ideia de eficiência e rendimento e instauram o conceito de irreversibilidade, flecha do tempo e entropia. Essa última tem fortes implicações filosóficas e merece especial atenção.

2.3 O calor na vida e no ambiente

Explorar os fenômenos térmicos sem estabelecer a devida relação com a o funcionamento do nosso corpo, com a vida de forma geral e com o ambiente é um equívoco que o professor não deve cometer. Além de situações climáticas como efeito estufa, inversão atmosférica, formação de ventos, chuvas e precipitações, há inúmeras ocorrências envolvendo os seres vivos e seus mecanismos de *feedback* às trocas de calor (tremores, transpiração, reservas de gorduras e diminuição do metabolismo, citando apenas os homeotérmicos).

A modificação do ambiente pela ação do homem e seus reflexos no clima global e local constituem uma realidade cujos desdobramentos não podem ser evidenciados sem o envolvimento da Ciência, em especial, da

³⁰ Uma boa oportunidade para se iniciar o estudo da emissão de calor pelos corpos, normalmente abordada somente no contexto da Física Moderna e Contemporânea.

³¹ A leitura sobre os personagens históricos, seus contextos, filosofias e realizações ligados à Termodinâmica é altamente recomendada. Vale citar, por exemplo, o surgimento dos conceitos de calor específico e latente e a ascensão e queda da teoria do calórico.

Física. Há tanto a ser dito e discutido, que o professor verá a necessidade de buscar diferentes recursos (filmes, revistas, *sites*, etc.) e pontos de vista para contemplar essa problemática da forma mais completa possível. É fácil notar que o trabalho interdisciplinar é enormemente favorecido por essa unidade temática.

2.4 Energia: produção para uso social

“O Sol é nossa principal fonte de energia”. Como explicar isso para o estudante? A Física, da forma como vinha sendo trabalhada, poderia desenvolver apenas em parte essa questão. É bem provável que o estudante reconheça a propagação do calor por ondas eletromagnéticas (irradiação), mas ele também deve saber que o calor, sob a forma de radiação infravermelha, dificilmente poderia suprir a demanda de energia dos animais. A menos que se estabeleça uma visão mais ampla, englobando a fotossíntese e os ciclos naturais do ar, da água e do carbono, dificilmente se entenderia o que é feito do calor que chega até a Terra. Em outra instância, se não se buscar auxílio na Química, como justificar a liberação de energia nos alimentos e nos combustíveis? Mesmo que nos recusemos a aceitar, há uma série de fenômenos que não podem ser classificados como estritamente físicos, químicos ou biológicos. Essa é uma ótima oportunidade para professores e estudantes assumirem uma postura mais holística diante da Natureza.

Em se tratando de energia, é recomendável a distinção entre formas e fontes para que se evitem certos equívocos como admitir que aquecedores solares e células fotoelétricas (ou células *solares*) utilizam-se do mesmo tipo de radiação; que usinas hidrelétricas convertem uma forma de energia exclusiva da água; ou ainda, que as usinas nucleares transformam diretamente radiação em eletricidade.

As ideias de dissipação de energia sob a forma de calor e do seu difícil (re)aproveitamento devem ser colocados em discussão para que o aprendiz compreenda que, mesmo que a energia não possa ser destruída, há de se levar em **conta o caráter (percentual de aproveitamento)** em função das perdas.

Tema 3: Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações

Nossa sociedade tem se beneficiado dos inúmeros confortos advindos do uso de aparelhos elétricos. Apesar de seu uso maciço ter sido empregado há menos de dois séculos, a grande maioria dos nossos jovens não é capaz de imaginar um estilo de vida sem a eletricidade. O que começou apenas como uma alternativa às velas e lampiões hoje é base de uma infinidade de aparelhos. Entretanto, a compreensão de como se dá a obtenção, distribuição, transformação e utilização prática da energia elétrica tem escapado à grande parte da população. Mesmo os jovens, que frequentam as aulas de Física, desinteressam-se pelas explicações para os fenômenos elétricos em virtude da sua grande abstração. Novamente o uso de modelos se encontra no centro da teoria física. Não se pode deixar de falar sobre *partículas subatômicas, cargas, campos e forças elétricas*. Deve-se estar atento às situações

cotidianas em que esses conceitos, aparentemente tão abstratos, são aplicados com resultados surpreendentes. Talvez um estudante do Ensino Médio nunca mais precise calcular o potencial elétrico gerado por uma carga pontual, mas provavelmente necessitaria compreender melhor por que tem pago tanto pelo consumo de energia elétrica em sua residência.

Apesar de as forças elétricas e magnéticas serem as manifestações mais interessantes das interações (os jovens estão tão acostumados à gravidade, que não enxergam sua importância), o espanto diante de tais manifestações parece ter evoluído pouco desde que os antigos pastores tiveram seus cajados, com ponta de metal, atraídos por minérios magnéticos³².

Muito tempo se passou desde que *Otto Von Guericke* criou sua máquina eletrostática, mas ainda hoje nos perguntamos por que grãos de arroz ficam “presos” dentro do saquinho aberto ou por que nosso cabelo costuma “armar”. É na Física que as respostas para essas situações podem ser encontradas.

Se considerar a quantidade de informações que são armazenadas e distribuídas por meio de ondas eletromagnéticas, podem-se encontrar ainda mais motivos para buscar um entendimento maior desses fenômenos. As chances de sucesso do processo de ensino-aprendizado, nesse caso, aumentam diante de situações que se aproximam da realidade dos estudantes, em vez de convidá-los a uma longa jornada pelos caminhos da abstração.

3.1 Aparelhos eletromagnéticos

Cedo ou tarde, há que se abordar as propriedades elétricas da matéria e o movimento de portadores de carga, mas parece que o caminho menos tortuoso parte da realidade dos estudantes, como identificar os aparelhos elétricos que há em suas casas e classificá-los por sua função (aquecer, iluminar, gerar movimento, etc.).

O estudo de grandezas elétricas como voltagem, potência, corrente e resistência pode ser iniciado pela análise das características descritas nos próprios aparelhos, em seus manuais e pelas contas de energia elétrica. É importante que os estudantes desenvolvam, ao longo do estudo, a capacidade de avaliar, eles mesmos, quais aparelhos consomem mais energia e por quê. As unidades de medida dessas grandezas costumam gerar certa confusão, por isso a sugestão é que se estimule a leitura e interpretação das medidas informadas nesses materiais³³.

3.2 Motores elétricos

Aplicações de fenômenos magnéticos são cada vez mais comuns (sensores, dis-

³² Provável lenda

³³ Com especial ênfase às informações relacionadas aos vários tipos de medidas envolvendo energia.

cos rígidos, ferramentas, enfeites de geladeira, etc.). A compreensão das propriedades dos materiais magnéticos não se pode dar apenas por curiosidade. As mídias baseadas em leitores/gravadores magnéticos talvez sejam um pouco menos comuns, mas ainda há interferências geradas por campos eletromagnéticos nas transmissões sem fio.

Boa parte dos aparelhos eletrodomésticos possui motores elétricos. A interação entre ímãs e bobinas, assim como as grandezas físicas e relações envolvidas nesses fenômenos pode ser explorada com excelentes resultados se levadas em consideração algumas práticas experimentais simples, porém eficientes, como a montagem de um pequeno motor elétrico, antes do formalismo matemático propriamente dito.

3.3 Geradores

Além de definir os geradores de energia elétrica, o estudante deve ser orientado de modo que possa identificar tais aparelhos. Há, por exemplo, vários tipos de usinas que fornecem eletricidade. Espera-se que o estudo do eletromagnetismo e a devida associação com temas anteriores permitam que se construa uma interpretação geral do funcionamento dessas unidades geradoras de energia, percebendo suas semelhanças e diferenças, bem como suas vantagens e desvantagens (técnicas, econômicas, sociais, ambientais, etc.).

Aspectos ligados ao controle e segurança na distribuição da energia elétrica permitem que sejam abordados os elementos constituintes dos circuitos elétricos como fusíveis, disjuntores, transformadores e medidores de corrente, voltagem e resistência. As características dos condutores, isolantes e semicondutores também podem ser muito bem aproveitadas nesse momento.

O uso crescente de pilhas e baterias exige que o jovem saiba lidar com tais aparelhos, e o professor pode auxiliá-lo nesse sentido. É possível, inclusive, desenvolver práticas pedagógicas significativas em conjunto com outras áreas, como Matemática e Química.

3.4 Emissores e Receptores

Na última unidade temática, podem ser explorados de forma mais completa os demais dispositivos elétricos (capacitores, resistores, etc.) e suas aplicações. Infelizmente não é possível contemplar os principais dispositivos elétricos/eletrônicos em profundidade, mas uma abordagem que suscite a discussão e pesquisa é aconselhável, uma vez que muitos estudantes têm afinidade com eletrônica e informática. A diferenciação entre os circuitos de corrente contínua e alternada, seus usos, origens e os aparelhos que convertem ambas (inversores) revela um entendimento ainda maior sobre o mundo em que vivemos.

Por fim (mas não menos relevante), a relação entre o eletromagnetismo e a trans-

missão de informações mostra um dos avanços mais fascinantes da Ciência. Aparelhos que convertem som e luz em sinais elétricos e outros que fazem o caminho inverso, amplificação de sinais, modulação de ondas eletromagnéticas, sinais analógicos e digitais, redes de computadores sem fio, controles remotos, *chips* e cartões magnéticos, dentre outros. Tudo isso contribui para que os conceitos ligados a esses eventos e tecnologias sejam muito motivadores, o que facilita bastante o processo ensino-aprendizagem.

Tema 4: Som, imagem e informação

Esse tema merece uma atenção especial em sala de aula não apenas porque vivemos na era da informação, mas também porque em geral os jovens se interessam muito por questões a eles relacionadas: música, TV, cinema, *ipods*, Mp3, DVDs e computadores. A velocidade com que as novas tecnologias aparecem no mercado é impressionante, porém não sabemos ao certo explorar todas as suas potencialidades, uma vez que não as compreendemos de fato. Assim, é fundamental que o professor de Física tenha clareza de quais são os principais fenômenos envolvidos e os conceitos fundamentais que devem ser construídos. Comumente tratados em óptica e ondulatória, aparecem nos livros didáticos como conteúdos de segundo ano do Ensino Médio. Contudo, nada impede que sejam abordados em outro momento. O mais importante, como já foi mencionado, é saber como e por que o estudante precisa aprender esse conteúdo.

Fundamentalmente, tanto a luz quanto o som são fenômenos ondulatórios, embora tenham naturezas completamente diferentes, ou seja, som e luz possuem naturezas distintas. Entretanto, há conceitos envolvidos da caracterização das ondas que independem da natureza, bem como o formalismo matemático envolvido na descrição e compreensão de fenômenos ondulatórios.

Portanto, esse tema pode ser introduzido de forma mais generalista a partir da descrição física de uma onda, abordando-se semelhanças e suas especificidades. Reflexão, refração, difração e interferência são comportamentos ondulatórios que podem ser apresentados aos estudantes, experimentalmente e simultaneamente, para, em seguida, gerar proposições na perspectiva da construção conceitual.

4.1 Som

O som é o resultado de propagação da rápida variação de pressão em um volume de matéria. Pode-se chamar a atenção do estudante, nesse momento, para a primeira diferença entre luz e som: a forma de propagação que é longitudinal, uma vez que o meio vibra na mesma direção em que a onda se propaga. Pode ser interessante uma breve análise dos tipos de instrumentos musicais que compõem uma orquestra sinfônica: cordas, sopro e percussão (pode-se pedir ajuda ao professor de Arte).

A caracterização das ondas sonoras, tais como intensidade, altura e timbre, emerge dessa abordagem, como uma necessidade de se compreenderem as diferenças sonoras percebidas em cada instrumento. Outros temas de grande interesse são a fala e a audição humana, bem como infrassom, ultrassom, eco e efeito *doppler*³⁴.

4.2 Formação e detecção de imagens

O estudo da luz é a base para a compreensão de todo e qualquer fenômeno acerca da formação de imagens e sua detecção. Os recursos tecnológicos oriundos do conhecimento construído pela humanidade sobre esse instigante conceito permite-nos desvendar mistérios do microcosmos a partir da ampliação do muito pequeno e do macrocosmos através da aproximação do muito distante. Algo completamente fora da percepção visual desarmada.

Um outro aspecto tecnológico que merece especial atenção e que se desenvolve rapidamente diz respeito à formação de imagens de alta fidelidade em equipamentos computacionais e televisivos. Cabe ao professor se perguntar: que conhecimentos físicos podem ajudar seu estudante a compreender tais fenômenos?

Certamente, a história da evolução do conceito da natureza da luz é uma abordagem muito importante para mostrar ao estudante como evolui o conhecimento científico e como a Ciência se estrutura a partir de modelos provisórios, já que esses modelos são tentativas humanas de representar e explicar a natureza a partir da maneira como ela é percebida. Ainda é possível discutir com os estudantes o âmbito de validade desses modelos e sua superação. A evolução do conhecimento humano sobre a natureza da luz parte dos filósofos gregos Platão e Aristóteles (cerca de 384-322 a.C.) até Feynman (meados do século XX), passando por Newton, Huyghens, Young, Maxwell e Einstein.

A partir de então, podem-se apresentar os princípios fundamentais da óptica geométrica com o objetivo de proporcionar a compreensão da formação de eclipses e sombras. Sempre enfatizando que os “raios” são apenas representações do caminho mais provável percorrido pela luz. Interessante discutir paralelamente os conceitos de reflexão, refração (com suas respectivas leis) e difração da luz retomando a abordagem feita anteriormente no estudo das ondas sonoras mostrando diferenciações e semelhanças pertinentes à natureza das ondas. A ênfase à formação de imagens deve ser dada juntamente com os principais instrumentos ópticos, inclusive o olho humano e a dinâmica da visão humana com suas ametropias e possíveis correções.

Temas de fundamental importância e interesse para o aprendiz de Ensino Médio e que, infelizmente, não são abordados nos livros didáticos tais como: visão binocular, ilusão de óptica, gravação e reprodução de CDs e DVDs, mixagem, caixa acústica, disco rígido (como são gravados e lidos), edição de imagens, devem ser

³⁴ Sugestão de fonte de pesquisa: o texto do prof. Lunazzi que se encontra no site:

http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2007/DanielS_Lunazzi_teia_do_saber.pdf

abordados e podem ajudar no processo de conceitualização da óptica e da ondulatória. Existem *sítes* com uma abordagem didática acerca desses temas, como o citado anteriormente.

Aqui, como também nos outros temas, deve-se recorrer ao Princípio da Diversidade de Materiais Instrucionais da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Tema 5: Matéria e Radiação

O Universo é composto de matéria e radiação. Tudo aquilo que possui massa, como as estrelas, os planetas e os objetos que podemos manipular, incluindo sólidos, líquidos ou gases, é matéria. Tudo o mais, como a luz, é radiação.

A compreensão da natureza da matéria e da radiação implica no entendimento da constituição de tudo que se faz presente a nossa volta. Isso inclui um olhar não somente para as suas propriedades macroscópicas, ou seja, aquelas que podem ser captadas com os órgãos dos sentidos, mas também para o mundo microscópico, o que exige abstração e envolve modelos. Inclui também as propriedades daquilo a que estamos acostumados no dia-a-dia e o surpreendente comportamento dos constituintes microscópicos do mundo, os quais desafiam as mais arraigadas convicções. O olhar acurado para o mundo da radiação e da matéria deve ser visto pelo professor como um desafio para a formação íntegra de seus estudantes, como seres cognitivamente capazes de transcenderem a primeira impressão, a compreensão superficial do mundo, para atingirem um olhar maduro, perspicaz e sofisticado sobre a natureza daquilo que os cerca.

5.1 Matéria e suas propriedades

O ponto central acerca da matéria e suas propriedades é a natureza do átomo. A compreensão da estrutura do átomo é fundamental não apenas para a elucidação das propriedades da matéria como também da própria radiação, uma vez que a geração e a interação desta última com os diversos materiais se dão através do átomo. Assim, é importante o estudo de como os modelos atômicos se desenvolveram ao longo da história da humanidade, desde Demócrito até o modelo contemporâneo, baseado nos postulados da Nova Mecânica Quântica.

Concomitantemente, é importante também a própria discussão do que vem a ser um modelo científico.

Essa é uma oportunidade ímpar para a compreensão, em si, de como a ciência evolui, que resultados experimentais e teóricos, por exemplo, levaram ao abandono de um modelo e a construção de um novo modelo de átomo. Tal tópico envolve a constituição do átomo em elétrons, prótons e nêutrons, suas propriedades elétricas, suas massas e suas transformações; o tamanho típico dos átomos e dos nú-

cleos; as transições eletrônicas e nucleares que levam à emissão ou absorção de fótons e partículas gama; as ligações de átomos formando moléculas; a vibração das moléculas nos sólidos e movimento das moléculas em gases e líquidos e, ainda, a relação disso com as propriedades macroscópicas dos materiais; as condutividades elétrica e térmica; enfim, as relações entre as propriedades macroscópicas e microscópicas da matéria. É oportuno, ainda, destacar a constituição dos próprios prótons e nêutrons nos seus constituintes, considerando os *quarks* e outras entidades microscópicas numa escala menor que o núcleo e que constituem o assim chamado Modelo Padrão.

É igualmente importante que os jovens e adultos do século XXI não sejam privados da real visão que a ciência tem da matéria na atualidade. Isso implica na discussão do conceito de *dualidade onda-partícula* e do *princípio de incerteza*, que se constituem na base da visão científica contemporânea sobre a constituição da matéria. Um caminho possível para implementar tal discussão é o estudo do experimento de dupla fenda com nêutrons. O professor não deve se furtar a essa discussão, uma vez que ela está presente em um número crescente de materiais de divulgação científica, de autoajuda, etc.

5. 2 Radiações e suas interações

Esse tópico é o que pode proporcionar a conexão entre os saberes relacionados com a ondulatória, a interação da radiação com a matéria. É importante aqui ressaltar os diversos tipos de radiações constituintes do espectro eletromagnético e as possíveis fontes de cada tipo de radiação, das ondas de rádio até a radiação gama. Igualmente importante é a natureza de interação sofrida em cada tipo de radiação. São exemplos a interação das micro-ondas com os modos vibracionais das moléculas de água, o efeito estufa relacionado com o infravermelho e a interação da luz visível com a matéria através das transições eletrônicas dos átomos.

Cada tipo de radiação do espectro eletromagnético está relacionado com um grupo de conhecimentos humanos e tecnologias específicas. As ondas de rádio, FM e TV, por exemplo, são fundamentais para o setor da comunicação. Já as radiações mais energéticas, como ultravioleta, raio-X e gama são importantes para o setor de saúde pública, dado seu caráter carcinogênico.

Com relação a esse tópico, é importante compreender qualitativamente como esses três tipos de radiações interagem com a matéria, o que compreende os fenômenos do efeito Compton, efeito fotoelétrico e criação de pares e a consequente ionização de átomos. De particular interesse é a interação dessas radiações com as células humanas, envolvendo mutação genética e surgimento de radicais livres, assim como a manutenção da intensidade de radiação em diversos tipos de materiais.

5.3 Energia nuclear e radioatividade

Os fenômenos nucleares estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia, quer seja pelo fato de as usinas nucleares serem fontes de energia que não contribuem para o efeito estufa e que, portanto, devem ser cada vez mais utilizadas no futuro, quer seja pelo fato de as fontes nucleares serem comumente empregadas em hospitais, em radioterapia e exames de contraste. Assim, o professor de Física deve dominar seus fundamentos básicos. Os dois tópicos anteriores (matéria e radiações) fornecem a plataforma fundamental para a construção desse conhecimento.

Nesse tópico, é importante o conhecimento das propriedades das partículas alfa, beta e gama, os conceitos de isótopo, meia-vida, decaimento radioativo e transmutação. Deve-se trabalhar com noções de dose de radioatividade, limites permissíveis de dose e diferenciação entre exposição e contaminação. Além do decaimento, deve-se trabalhar com as reações nucleares de fissão e fusão, conectando esses fenômenos com a produção de energia nuclear e geração de energia radiante no Sol. Na fissão nuclear, há termos como *urânio enriquecido* e *lixo atômico*, dos quais os estudantes já têm algum conhecimento devido ao seu recorrente aparecimento nos meios de comunicação, porém o professor deve saber conceituar do ponto de vista científico.

É importante discutir, ainda, os efeitos das doses decorrentes de exposição à radiação ultravioleta e exames de raio-X, já que se tratam de radiações a que o homem comumente está exposto.

5.4 Eletrônica e informática

Atualmente, a eletrônica faz parte de praticamente todos os aparatos tecnológicos utilizados no dia-a-dia. Para a compreensão dos princípios de funcionamento dos dispositivos eletrônicos é fundamental o conhecimento das propriedades microscópicas da matéria de acordo com o exposto acima, uma vez que a eletrônica se fundamenta nas propriedades de transporte de elétrons no interior de materiais.

Contudo, o ensino de eletrodinâmica no Ensino Médio tem se limitado apenas ao estudo de circuitos simples envolvendo associação de resistores e capacitores em série e paralelo e mista. Mas isso não é suficiente para uma compreensão mínima da eletrônica contemporânea. Assim sendo, pode-se dedicar parte do tempo destinado à resolução de exercícios de associação de resistores com um estudo qualitativo das propriedades elétricas de diodos e transistores, que são elementos mais próximos da eletrônica utilizada no cotidiano. Tal estudo propicia a fundamentação para uma área de interesse crescente na atualidade, que é a informática.

Contudo, uma parte significativa dos conceitos do tema *Matéria e Radiação* não é suficientemente subsidiada pelos livros didáticos de Física disponíveis para o Ensino Médio. Assim, nesse tema e nos demais, **é importante que o professor tenha**

a competência de identificar e utilizar outros materiais didáticos confiáveis, tais como softwares, applets para ensino aprendido de física nos laboratórios de informática, para as escolas que não tenham laboratórios de ciências.

Tema 6: Universo, Terra e Vida

Enquanto o tema *Matéria e Radiação* corresponde ao que é muito menor que o homem, este tema diz respeito àquilo que é muito grande e, nesse aspecto, tais temas se complementam. Seu estudo é de relevância crescente, dado que, com o desenvolvimento da tecnologia, o homem já se tornou capaz de provocar mudanças numa escala de tamanho comparável ao da própria Terra. Assim, o conhecimento dos principais processos que ocorrem no Universo ganhou uma conotação de sobrevivência para a humanidade. Além de fenômenos antrópicos, como o efeito estufa e o buraco na camada de ozônio, o próprio entendimento de como se dão as estações do ano – que estão ligadas à quantidade de radiação solar que incide numa determinada região do globo – tornou-se crucial num contexto em que uma crise alimentar parece ser iminente para as próximas décadas. Contudo, independentemente de questões ligadas aos grandes problemas enfrentados atualmente pela humanidade, o próprio olhar crítico sobre a compreensão do homem a respeito do céu e do Universo ao longo da história proporciona uma rara oportunidade para se entender como a própria ciência é construída e como evolui. Compreender isso significa um passo a mais na compreensão do mundo e na solução dos problemas que nos afligem pessoalmente.

6.1 Terra e Sistema Solar

Conforme comentado, o estudo da Terra no Sistema Solar tem grande importância no agronegócio. Entretanto, uma série de concepções alternativas sobre esse tópico, difíceis de serem superadas, foram identificadas por pesquisas na área de ensino. Deve ser enfatizado que o homem habita a superfície externa da Terra e que esta tem formato esférico e combatida a ideia de que moramos no seu interior ou que a Terra tem o formato de um disco ou meia-esfera. Deve-se enfatizar, também, que as estações do ano não se devem a uma maior ou menor aproximação da Terra ao Sol (ideia também relativamente comum), mas sim da inclinação dos raios solares em relação à sua superfície que, por sua vez, está relacionada com a inclinação do seu eixo de rotação em relação à sua órbita ao redor do Sol.

Um dos conceitos fundamentais que estão por trás do movimento da Terra e dos outros planetas no Sistema Solar é a conservação do momento angular, que vem a complementar o estudo de conservação do momento linear da mecânica. São importantes também as noções básicas de gravitação universal, relacionando a força gravitacional com a centrípeta.

Nesse tópico também se insere o estudo da Terra enquanto um sistema, que pode ser dividido em geosfera, biosfera e atmosfera. É importante que os estudantes do Ensino Médio desenvolvam uma compreensão mínima dos processos que caracterizam as interações entre esses três sistemas. Devem ser enfatizadas as características físicas do interior da Terra, que leva ao aparecimento de vulcões, maremotos e terremotos, deslocamento das placas continentais e os motivos pelos quais a Terra possui um campo magnético. É importante também estudar a termodinâmica da Terra, a absorção, reflexão e emissão de radiação (balanço de energia), o conceito de albedo planetário, ciclo de glaciações, espectro solar e espectro de emissão de radiação da Terra e, ainda, ligando-se às características físicas da atmosfera, o efeito estufa e os efeitos da presença do buraco na camada de ozônio.

Com relação à biosfera, estudar o papel dos seres vivos nos processos biogeoquímicos e físicos. É importante também compreender os ciclos de água, carbono e nutrientes, bem como os regimes de chuvas e correntes de ar e marítimas predominantes no planeta e seu papel no clima global, regional e local. Finalmente, os impactos das ações antrópicas no contexto das mudanças climáticas globais.

Isso implica no estudo da Terra como um sistema aberto e distante do equilíbrio, o que envolve noções básicas da Teoria da Complexidade, em que conceitos como entropia e auto-organização são fundamentais.

6.2 O Universo e sua Origem

Esse tópico envolve o estudo de sistemas maiores que as dimensões do Sistema Solar. Assim, é importante estabelecer noções do seu tamanho, bem como da galáxia e do próprio Universo.

É fundamental entender os processos que levaram à origem desses três sistemas: a Teoria da Grande Explosão, que é a mais aceita pela ciência na atualidade para descrever a origem do Universo; e a teoria da condensação de gases, que levou à formação do Sistema Solar e da Terra. Aqui, uma noção das idades mais aceitas para o Universo, a galáxia, o Sistema Solar e a Terra deve ser estabelecida.

É fundamental entender também que o espaço sideral está preenchido por radiação eletromagnética (radiação de fundo) e os conceitos de temperatura e entropia dessa radiação.

Finalmente, devem ser trabalhados os processos que ocorreram na Terra desde a sua origem, passando pela formação da atmosfera até os dias de hoje.

6.3 Compreensão Humana do Universo

O estudo da Terra e do Universo envolve também uma dimensão humana, que corresponde aos modelos formulados ao longo da história sobre a Terra

no espaço. Esse tema é importante porque ilustra bem algumas características fundamentais de como se processou o próprio desenvolvimento da ciência, desde as concepções míticas da Idade do Bronze, incluindo as mitologias grega e egípcia, das quais derivaram os nomes da maioria dos astros observáveis no céu, até as recentes descobertas proporcionadas por instrumentos e técnicas contemporâneas como o telescópio Hubble. Esse tópico envolve o estudo do modelo heliocêntrico de Erastótenes, o geocêntrico de Claudio Ptolomeu e a revolução copernicana. Tal estudo proporciona uma compreensão da ciência em nível epistemológico, incluindo dimensões humanas, como as crenças e concepções da sociedade vigentes numa determinada época.

Considerações finais

O que foi exposto até o momento diz respeito à condução do trabalho do professor de Física em consonância com os avanços recentes da Ciência e das necessidades da sociedade frente aos problemas vigentes na vida contemporânea. Não apresentamos quadro de síntese de temas e subtemas porque as discussões permeiam cada tema no corpo de texto, com sugestões metodológicas, reflexões sobre a relevância de cada tema e concepções alternativas que podem surgir e que são facilitadoras ou impeditivas de uma construção conceitual alinhada com o conhecimento científico. São também sugeridas abordagens inter e transdisciplinares que merecem ser estudadas cuidadosamente e discutidas em cada contexto escolar, respeitando as particularidades inerentes. **Vale destacar que este documento tem como objetivo orientar o evento educativo e não reificar posturas e concepções.**

Enfim, é o ponto de partida para um ensino de Física mais coerente com as necessidades dos nossos jovens educandos face ao aqui e o agora. Especial atenção deve ser dada às teorias de aprendizagem e às filosofias que são a elas subjacentes. Às vezes por desconhecimento ou ingenuidade, temos, enquanto educadores, uma prática alinhada com posturas filosóficas que não favorecem uma educação emancipatória, como desejava Paulo Freire. Nossa opção para o ensino de Física é a Teoria da Aprendizagem Significativa e seus desdobramentos, porque é uma teoria de interface cognitivista-humanista, largamente aplicada e pesquisada em situações reais de ensino.

Além do que foi sugerido, o professor deve estar atento aos aspectos que fogem ao conhecimento específico em Física, mas que são fundamentais para possibilitar uma educação plena. Um dos aspectos mais importantes nesse sentido é a dimensão ética da educação e mais especificamente do ensino de Ciências.

Rinaldi (2002) destaca que a educação em Ciências numa dimensão ética representa um nível superior de formação do indivíduo em vez de uma educação em uma dimensão estritamente conceitual. Talvez seja exatamente este o detalhe que falte para vivermos com qualidade na tão propalada *sociedade mais justa*.

Resolução de problemas

Não há como deixar de fora questões pertinentes à resolução de problemas, porque, em geral, exercícios propostos em Física devem ser apresentados sob a forma de uma situação problematizadora que, por sua vez, exige uma solução que envolve uma rede de conceitos e isso demanda tempo e paciência. Quando um indivíduo se depara com a questão, esta deve ser desafiadora, instigante, despertando

uma necessidade quase imediata de solução. Conceitos com diferentes níveis de profundidade e interdependência são acionados. Neste sentido, uma situação-problema torna-se uma boa oportunidade para que o professor estimule aprofundamento conceitual por parte de seus estudantes e a construção de novos conceitos e ainda possa explorar os limites do que o estudante já sabe.

Assim, as situações-problemas são indispensáveis à conceitualização. São elas que dão sentido aos conceitos. **Há uma relação dialética entre o domínio de situações-problemas (que requerem conceitos) e a conceitualização (que requer situações-problemas).** Em outras palavras, para se resolver um problema, em Física, estamos diante de uma situação que requer conhecimento específico, conceitos estruturados na mente do aprendiz. Por outro lado, no processo de construção conceitual as situações apresentadas são estruturantes e exatamente por isso devem ser relacionáveis com o mundo em que o aprendiz está inserido, utilizando até mesmo a linguagem pertinente a este mundo que aos poucos evolui junto com a maturação conceitual.

Outro aspecto importante é que se abre uma oportunidade para que o professor conheça as sutilezas do domínio conceitual do educando, com vista a promover a aprendizagem significativa crítica.

Sugestões de sites para o professor

<http://www.fisica.net/>

<http://www.fisicaonline.com>

<http://www.fulgencio.com.br/>

<http://www.nasa.gov/>

<http://members.xoom.com/netfisica/>

<http://www.planetafisica.net/>

<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/>

Referências

- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. **Curso de Física**. 4. ed., São Paulo: Scipione, 1997.
- AUSUBEL, David P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- BONJORNO, J. R., BONJORNO, R. A., BONJORNO, V. e RAMOS, C. M. **Temas da Física**. São Paulo: Ed. FTD, 2003.
- CASTIÑEIRAS, J.M.D.; A.Bueno y E.G.R.Fernández - **Lãs partículas de la matéria y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: um estudio transversal – Enseñanza de las Ciencias**, 16(3): 461-475, 1998.
- COELHO, J. V. **Física Moderna no Ensino de Nível Médio**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, 1995.
- DE PAULO, I. J. C. **Elementos de uma Proposta de Inserção de Tópicos de Física Moderna no Ensino de Nível Médio**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Educação, Pós-graduação em Educação, UFMCT, 1997.
- DE PAULO, I. J. C., DE PAULO, S. R. e RINALDI, C. **Um Estudo sobre a Origem e Desenvolvimento de Concepções Alternativas sobre a Natureza da Luz ao longo da Escolarização a Nível Médio e Fundamental**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1º, *Atas do.*, 1997.
- GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Ed. Ática, 2000.
- LASHIER JR., W.S., FONSECA, M.B. y ALFARO, J.M.E. **Aprendizaje significativo por medio de mapas conceptuales**, *Educación*, 10(1): 109-113, 1986.
- MATTOS, C. R. e GASPAR, A. **A origem das propriedades gerais da matéria e a crença dos professores na validade e importância desse conteúdo: uma reflexão do papel do livro didático no ensino de ciências**. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DE ENSINO EM FÍSICA, VIII, São Paulo, SP, *Atas do.*, p. Sociedade Brasileira de Física, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Subversiva**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, III, Peniche, Portugal, *Atas do.*, 11-15/09/2000.
- _____. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005.
- _____. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área** – Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, . 2004
- MOREIRA, M. A. e MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa, a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

NOVAK, J. D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento**. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, Portugal. Novak, J.D. e R. Gowin (1984) – *Aprender a Aprender*. Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 2000.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender** – Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 1995.

PAULO, I.J. C. **Critical Significant Learning of concepts Quantum Mechanics, according to the Copenhagen Interpretation, and the problem of the proposals diversity on theaching Modern and Contemporary Physics in the secondary level**. Doctoral thesis – Science Faculty, University of Burgos, Burgos, Spain, 2006.

PRIGOGINE, I. **O Fim das Certezas**. São Paulo: Editora UNESP, 1996.

RINALDI, Carlos. **Características do Perfil Atual e Almejado do Professor de Ciências de Mato Grosso: Subsídios para o Estabelecimento do Status Epistemológico da Educação Ética**. Tese de Doutorado em Educação. Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, 2002.

VERGNAUD, G.(1990) – **La théorie des champs conceptuels. Recherches em Didactique dès Mathématiques**, 10 (23): 133-170.

QUÍMICA



Escola Estadual Dom Bosco

Dimensão histórica

A educação escolar no Brasil teve início com a vinda dos missionários da *Companhia de Jesus**, que, imbuídos da obrigação da instrução pública, começaram os trabalhos e os ensinamentos da leitura e da escrita. Em sua trajetória educacional, os jesuítas desenvolveram o curso de Letras, de Filosofia e de Ciências (Lógica, Metafísica Geral, Matemática Elementar e Ciências Físicas e Naturais). Até esse momento histórico não havia nenhum dado indicativo sobre a Química.

* A companhia de Jesus era uma ordem religiosa, cujos membros são conhecidos por Jesuítas. A comissão vinda ao Brasil era composta por seis religiosos inicialmente que acompanhando o 1º governador geral (1549) davam início à primeira fase histórica da educação brasileira.

Entretanto, na fase seguinte, com a expulsão dos jesuítas, ocorre o estabelecimento de aulas de disciplinas isoladas (aulas régias). Nesse contexto, o bispo brasileiro Azevedo Coutinho cria, na cidade de Olinda (Recife), em 1800, o Seminário de Olinda, que oferecia cadeira de Física, *Química*, Mineralogia, Botânica e Desenho. Essa estrutura curricular visava formar gerações de padres pesquisadores, que, além de trabalhar com as questões espirituais, pudessem investigar e explorar as riquezas vegetais e minerais. Surge, com isso, a primeira discreta e isolada referência da inclusão da Química no currículo da escola brasileira.

Na sequência, com a chegada da Corte Portuguesa ao Brasil (1808), ocorre uma necessidade de defesa militar e da formação de pessoal preparado para os serviços públicos. Para tanto, criam-se as primeiras instituições superiores do Brasil (Academia

da Marinha e Academia Real Militar). Foi criado, também, nessa mesma época, o curso de Agricultura e Química Industrial na Bahia, em 1817. Dom João VI possuía um espírito prático, e sobre a criação da cadeira de Química na Bahia disse ele:

Sendo indispensável não para o progresso dos estudos da medicina, cirurgia e agricultura que tenho mandado estabelcer nessa cidade (Bahia), mas também para o perfeito conhecimento dos muitos preciosos produtos, com que a natureza enriqueceu este reino do Brasil. (Moacyr, 1936)

Assim, a transferência da família real para o Brasil constitui um marco importante na Educação brasileira, pois se caracteriza por uma valorização dos cursos técnicos e científicos em oposição ao ensino escolástico e literário, sendo uma época determinante para o lançamento das instituições educacionais e culturais.

Apesar de não ser em nível secundário, é o segundo relato que se pode fazer quanto à presença da Química no âmbito educacional brasileiro. Em ambos os casos, a ênfase é no *ensino prático e aplicação imediata da Química*.

Como sabemos, a emancipação política brasileira ocorreu numa situação de despreparo do país, de forma que a construção de um sistema de leis para reger as instituições teve que ser “inspirado” em modelos franceses. Na organização do sistema de ensino ocorreu a mesma coisa. Assim, a sua estruturação no modelo francês, sobretudo no sistema de Condorcet*, foi uma tentativa frustrada.

A organização do ensino secundário, que nos interessa nesse momento, continua a ser desenvolvida preponderantemente segundo as tradições jesuíticas.

Em 1834, o Ato Adicional, que foi uma medida conciliadora entre duas tendências antagônicas da época (separatista e conservadora), realiza uma série de mudanças políticas no cenário nacional. No sistema educacional há uma divisão de tarefas, e o ensino primário e secundário passam a ser responsabilidade das Assembleias Provinciais, mas com controle do Poder Central.

É nesse contexto que surge o Colégio Dom Pedro II, em 1837, na cidade do Rio de Janeiro, como paradigma para todos os demais colégios, iniciando o ensino denominado secundário. *A partir da fundação desse colégio, a Química é efetivamente colocada no cenário do ensino secundário, mas em princípio somente agregada à Física e orientada para o ensino de seus fundamentos mais básicos.*

*Segundo o modelo de ensino francês de Condorcet, a instituição pública seria então dividida em 4 classes ou graus:

Primeiro grau: Ensino elementar e primário, em escolas chamadas de Pedagogias e os mestres, de Pedagogos;

Segundo grau: Ensino mais desenvolvido das matérias e com os conhecimentos necessários aos agricultores, operários e comerciantes. As escolas encarregadas de tal função seriam os Institutos e os Instrutores, os seus mestres;

Terceiro grau: Ensino dos conhecimentos científicos básicos e de introdução aos estudos literários e científicos mais profundos. As instituições correspondentes seriam os Liceus e seu mestres, os Professores;

Quarto grau: Estudo das ciências abstratas e suas aplicações. Os estabelecimentos seriam as Academias e seus mestres, os Professores.

A programação curricular do Colégio Pedro II que acompanha o decreto de sua fundação (02/12/1937) é a seguinte:

Nesse colégio seriam ensinadas as língua Latina, Grega e Francesa, Inglesa e retórica, os princípios elementares de Geografia, História, Filosofia, Zoologia, Mineralogia, Botânica, Química, Física, Aritmética, Álgebra, Geometria e Astronomia. (Moacyr, 1936)

O que poderia indicar uma abertura para o ensino científico, na época da criação do Colégio Pedro II, não fez a disciplina Química evoluir, pois, além de vir agregada ao ensino de Física (uma única disciplina), as aulas eram poucas (ocorrendo em apenas um ano). Apesar de em algumas reformulações curriculares a disciplina Química/Física aparecer em dois anos do curso secundário, sempre no segundo repetia-se o que se tinha ensinado no ano anterior.

Com a crise econômica mundial de 1929, ocorre no Brasil, que já vinha passando por outros eventos* importantes que deram início às mudanças na estrutura socioeconômica do país, provocou a crise do café e a necessidade de produção das manufaturas que eram então importadas e assim teria sido derrubada a crença da “natural vocação agrícola do Brasil”. As profundas modificações que aconteceram em seguida foram acompanhadas no campo educacional por um elevado número de reformas no ensino secundário.

Como já foi possível observar, até o início do século XX houve um precário desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil, o que, possivelmente, foi influenciado pelo não desenvolvimento do ensino de Ciências.

Mesmo depois da criação do Colégio Pedro II, com o currículo no qual constava a disciplina Química/Física e que objetivava servir de modelo para outros estabelecimentos de ensino no país, não havia interesse por parte dos estudantes no estudo dessas ciências, já que os cursos superiores da época não as incluíam em seus exames. Daí o grande desinteresse nos estudos dos conhecimentos químicos. Isso começa a mudar quando, em 1887, os exames de Medicina passam a exigir noções de Ciências Naturais.

* Primeiro surto industrial (decorrente do processo de obtenção de açúcar e beneficiamento do café); proibição do tráfico de escravos (1850) e abolição da escravatura (1888); intensificação da imigração; desenvolvimento de núcleos urbanos e ampliação do mercado interno organização do trabalho livre e inauguração de um novo regime político com a queda da monarquia.

O fato de disciplinas como Ciências constarem no currículo das escolas secundárias desde 1837 não permite afirmar que houve um ensino de Ciências ou de Química de forma ampla e adequada no Brasil, nessa época. Há estudiosos (Lopes, 2007) que afirmam que isso pode ter ocorrido devido ao fato de que, historicamente, as Ciências foram associadas ao fazer, e não ao pensar (ênfase ao ensino prático e aplicação imediata da Química, herança da época imperial, citada anteriormente) e terem adquirido a função de preparadoras para o trabalho, enquanto o saber letrado foi considerado o preparador do espírito.

Nesse sentido, **o que se observa é que o pragmatismo científico se vincu-**

lava à formação das classes trabalhadoras, o que pode justificar o seu desprestígio. Isso pode ter conferido ao ensino de Química um caráter preponderantemente descritivo, ou seja, ensinar essa Ciência seria simplesmente ensinar fatos e princípios de utilidade prática, mesmo quando esse conhecimento se apresentava completamente desassociado da realidade do estudante. Essa concepção de ensino de Química pode ser denominada de *empírico-descritiva*.

Outro aspecto importante a ser observado é que o desprestígio da disciplina Química no currículo também pode ser identificado pela quantidade de aulas, ou seja, a carga horária conferida a essa disciplina no curso secundário. Anteriormente, no currículo do Colégio Pedro II, a disciplina integrada Química/Física possuía uma baixíssima carga horária.

Com a promulgação da República (1890) é criado o Ministério da Instrução, Correios e Telégrafos, ocupando o cargo Benjamin Constant, que, em uma evidente tentativa de romper com o passado, reformulou o ensino secundário. Dentre as modificações, o ensino passou a ter duração de sete anos e uma parte englobando o ensino de *Ciências Fundamentais*. Assim, no quinto ano seria possível estudar Física Geral e Química Geral, ainda de forma integrada. Apesar do esforço de Benjamin Constant, o Código Eptácio Pessoa (1901) modifica suas inovações (que não reflete, de forma significativa no ensino de Química), reduzindo o curso secundário para seis anos. Na sequência, a reforma Rivadávia (1911) institui o exame vestibular.

Na reforma de 1915 (Lei Maximiliano), o ensino secundário passa a ter duração de cinco anos, o vestibular é substituído pelos exames preparatórios e a disciplina Física/Química continua no quinto ano desenvolvida de forma agregada.

Finalmente, em 1925, a Reforma Rocha Vaz, em sua proposta de distribuição curricular, apresenta a Química, pela primeira vez, *como disciplina isolada*. Além disso, com essa reforma começa a existir um equilíbrio entre o ensino literário, humanístico e científico, embora ainda prevalecesse o caráter enciclopédico.

A disciplina de Química passa a ser incluída de forma regular no currículo do ensino secundário no Brasil, a partir de 1931, com a Reforma Francisco Campos. Registros dos documentos da época apontam objetivos para o ensino de Química voltados para a apropriação de conhecimentos específicos, *além da tarefa de despertar o interesse científico nos estudantes e de enfatizar a sua relação com a vida cotidiana*. (Macedo, 2002) Esse dilema entre o científico e o cotidiano foi se desfazendo no contexto da legislação, na década de 1970, com a promulgação Lei de Diretrizes e Bases da Educação (5.692/71) e com a criação do ensino profissionalizante em nível de 2º grau, que conferiu ao ensino de Química um caráter *acentuadamente técnico-científico*. (Scheffer, 1997)

As constituições de 1934 e, posteriormente, a de 1937, trazem inovações na área educacional (gratuidade e obrigatoriedade do ensino primário, criação do ensino profissionalizante, etc.). Em consequência a essas inovações, surge, em 1942, a Lei Orgânica do ensino secundário, a Reforma Capanema, que apresenta uma orientação formadora explícita. A orientação adotada na organização dos currículos e programas era intelectualiza-

da, voltada, sobretudo, para a preocupação com o preparo dos estudantes para o ensino superior. O ensino secundário ficou então dividido em dois ciclos: o primeiro, ginásial; e o segundo, subdividido nos cursos clássico e científico. No curso ginásial aparecia apenas a disciplina Ciências Naturais. Nos cursos clássico e científico aparece a disciplina Química, com carga horária maior nesse último (três aulas na I e III séries e duas aulas na II série), quase equivalentes às disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.

Nessa época, o ensino secundário parece estar propositadamente voltado a uma “elite” que prosseguiria os estudos no ensino superior e ocuparia cargos de maior responsabilidade. Para os demais, surgem os cursos profissionalizantes, dentre eles o SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

Com a redemocratização do Brasil, em 1945, reavivam-se os anseios para uma Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que é consolidada em 1961, com uma liberdade na elaboração curricular, que permitiu o surgimento de projetos diferenciados no ensino de Ciências.

Na atualidade, no movimento de mudanças curriculares deflagrado a partir da publicação de documentos pelo Ministério da Educação, no final do século passado, constatamos que a Química começa a ocupar uma posição importante, através da equipe que propõe os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, segundo os quais: *Ela está presente e deve ser reconhecida nos alimentos e medicamentos, nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes.* (Brasil, 1999)

Esse contexto nos remete a lugares próprios da vida das pessoas e para a manutenção dessa vida, como podemos observar no documento:

A sobrevivência do ser humano, individual e grupal, nos dias de hoje, cada vez mais solicita os conhecimentos químicos, que permitam a utilização competente e responsável desses materiais, reconhecendo as implicações sociopolíticas, econômicas e ambientais do seu uso. (BRASIL, 1999)

Resumindo, a história da disciplina Química no Brasil parece oscilar entre objetivos de ensino voltados para aspectos utilitários e cotidianos e outros objetivos centrados em pressupostos técnico-científicos.

Com essa breve retrospectiva histórica é possível identificar que as Ciências Naturais conquistaram paulatinamente um espaço no currículo do ensino secundário, sendo esse um ponto em comum entre as histórias das disciplinas de Química, Física, Biologia e Matemática.

No estado de Mato Grosso, conforme podemos perceber mediante análise dos programas, planejamentos e dos livros didáticos utilizados para o ensino de Química, pouco ou quase nada é diferente de outras regiões do país. Podemos inferir, então, que o seu ensino em nosso Estado, praticamente pautado em um currículo baseado na reprodução dos conteúdos programáticos contidos nos livros adotados, carrega em si características

históricas da disciplina. A carga horária destinada ao ensino de Química sofreu modificações nas escolas públicas de Mato Grosso. Há menos de uma década era composta de três ou quatro aulas semanais em alguns casos específicos. No entanto, atualmente, a carga horária foi reduzida e em algumas escolas não ultrapassa a uma aula por semana, o que significa um retrocesso, pois aumentam as dificuldades/impossibilidades em ensinar os conceitos estruturantes da Química.

Compreender o estabelecimento curricular é importante, porque nos mostra que muitas das nossas práticas pedagógicas estão arraigadas em aspectos históricos relacionados ao desenvolvimento histórico da Química, o que pode contribuir para a alienação de nossos jovens, dentre outros, no que diz respeito às propostas dos modelos de desenvolvimento de nossa região.

Ademais, se considerarmos que uma disciplina é uma construção sócio-histórica; uma tecnologia de organização curricular; um produto da recontextualização de discursos; e um híbrido de discursos curriculares (Macedo, 2002). Então, a Química pode ser entendida como um conjunto de premissas, atividades, materiais, documentos, ações pedagógicas, etc. que leva para o espaço escolar discursos recontextualizados e hibridizados, reconhecidos por professores, estudantes e outros atores escolares como um campo de conhecimentos relacionados com a Ciência Química.

Há outras questões que se fazem necessárias quando se fala na importância da Química:

Que concepções teóricas permearam/permeiam essa disciplina? Qual seria a concepção mais apropriada para a formação dos estudantes no Ensino Médio nos tempos atuais?

Num primeiro momento histórico, as diretrizes curriculares para o ensino de Ciências estiveram vinculadas à memorização e ao acúmulo de informações de caráter descritivo, numa perspectiva utilitarista. Nas orientações dos programas do Colégio Pedro II constava que o objetivo do ensino de Ciências (Química e Física) era ensinar os fenômenos mais coerentes e fundamentais. Na sequência, a ideia seria enfatizar observações e experiências (caráter ilustrativo). As concepções empiristas se destacavam, sendo que o currículo formal praticamente era todo voltado para a descrição das propriedades e formas de preparação das substâncias. Ocorriam nesses programas incoerências, pois, ao mesmo tempo em que apregoavam noções sucintas de Química, apresentavam um programa extenso para a carga horária prevista.

Na reforma Francisco Campos (curso secundário estruturado por série), a abordagem era descritiva, englobando metais, ametais e funções orgânicas (terceira série). Houve, nessa época, o agrupamento de assuntos correlacionados, tais como catálise, cinética, termoquímica e equilíbrio químico. A disciplina Química era considerada o conhecimento da composição e da estrutura íntima dos corpos, das propriedades que dela decorrem e das leis que regem as suas transformações. As concepções que permeavam tinham um enfoque positivista de visão de ciência, sendo que os estudantes deveriam estudar os fenômenos químicos de forma a comprovar, pela observação e experimentação, as teorias correspondentes.

Resumindo, nos períodos das reformas Campos e Capanema, o currículo de Química possuía um excesso de conteúdos e estava filosoficamente incorporado ao *empirismo-descritivo* (uma grande quantidade de informações sobre fatos e leis científicas e a experimentação como uma forma simplesmente de comprovar essas leis).

A partir da década de 1950 (pós-guerra), deu-se início a um processo de “inovação” do ensino de Ciências/Química, fortemente influenciado pelos projetos curriculares americanos. No caso do ensino de Química, por exemplo, o método CBA (*Chemical Bond Approach*) tinha como principal característica o fato de esse material ser escrito por cientistas, ou seja, vislumbrava-se a ideia da formação de um estudante participante ativo do processo de pesquisa e o aprendizado a partir da resolução de problemas. Em outros termos, o que se buscava era preparar os jovens para serem cientistas, pelo processo de aprendizagem do método científico. E, assim, as críticas à concepção *empírico-descritiva*, tratadas anteriormente, conduziam-se mediante uma concepção empírico-positivista. Desse modo, a ciência era concebida com base na observação, da qual se depreendiam as regularidades a serem explicadas por raciocínios lógicos comprovados pela experimentação.

Em alguns desses projetos americanos, a metodologia científica era associada às práticas cotidianas, ou seja, como uma extensão do senso comum. Apesar de se apresentar com uma visão simplista de método científico, essa concepção permitiu o questionamento da concepção empírico-descritiva, por muito tempo dominante no ensino de Ciências. Além disso, essa concepção foi condicionada pelo processo de construção de uma mentalidade pragmática e tecnológica favorável ao ensino de Ciências/Química.

Como podemos observar, as concepções dominantes nas orientações curriculares para o ensino de Química se alinham com o processo histórico mais amplo do ensino de Ciências, o que pode ser conferido com a leitura *de textos das demais disciplinas da área*.

Olhando atentamente os livros didáticos de Química, veremos que muitos aspectos dessa concepção ainda persistem e, considerando que muitos professores costumam seguir fielmente os livros em suas atividades didático-pedagógicas, muito do que se faz em sala de aula atualmente está embasado em uma concepção epistemológica *empírico-positivista*.

Apesar do exposto, é importante ressaltar que a concepção *empírico-positivista* não mais assume um papel inovador para o ensino de Química por desconsiderar os avanços da ciência contemporânea, que não mais se apóiam em princípios metodológicos hipotético-dedutivistas e, também, por não se limitarem a uma visão de ciência asséptica e não-histórica.

Na sequência e em sintonia com as diversas fases da história da educação brasileira surgiram várias outras concepções. Dentre elas merecem destaque as que se vinculavam com a tecnização do ensino e com os vários aspectos relacionados à Educação Ambiental e, mais recentemente, com as discussões sobre as relações CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente com as ideias construtivistas aplicadas à aprendizagem.

Os currículos de ensino de Ciência com ênfase em CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro desde a década de 1970. Tais

currículos apresentam como objetivo central preparar os estudantes para o exercício da cidadania e se caracterizam por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social. (Mortimer, 2002)

Desse modo, diversas propostas de ensino e diferentes práticas pedagógicas apresentaram, ao longo destas últimas décadas, significativas alterações nos conteúdos e métodos de ensino. Deve ser lembrado, entretanto, que essas iniciativas pouco ou quase nada alteraram as aulas de Química.

A concepção de ensino de Ciências/Química que se tem hoje é diferente, pois a ideia é de que as crianças e jovens devem ser iniciados nos estudos de conceitos científicos, haja vista que a sociedade contemporânea vivencia um período de avanços e extrema dependência da Ciência e Tecnologia.

O entendimento atual é de que não há nada no mundo físico ou social que, em princípio, não possa ser relacionado aos conteúdos curriculares da Educação Básica. Sendo assim, existe grande quantidade de contextos que podem ser utilizados para apoiar a significação dos conhecimentos químicos. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), verificamos *a necessidade de se articular o conhecimento científico com valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias*. Trata-se, então, de formar o estudante para sobreviver e atuar nesta sociedade científica e tecnológica, em que a Química ocupa um lugar relevante como instrumento para investigação, produção de bens e desenvolvimento socioeconômico e interfere significativamente no cotidiano dos indivíduos e na vida do nosso planeta. Portanto a transformação do ensino de Química implica na renovação do conteúdo programático tradicional e não somente em mudanças nas abordagens metodológicas.

Por que devemos ensinar Química aos nossos estudantes?

De acordo com os PCN+ (pág. 87):

A Química pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia, no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, e, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002)

No Ensino Médio, o que se pretende é que o estudante compreenda os processos químicos relacionados às suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, de modo que possa emitir juízos de valor e tomar decisões de maneira crítica, responsável e com seriedade, tanto individual quanto coletivamente. Para que isso ocorra, *a aprendizagem de conteúdos é fundamental*, mas deve estar associada às capacidades relacionadas a saber fazer, saber conhecer, saber ser e saber ser em sociedade.

Vejamos o exemplo da energia em Mato Grosso, no Brasil e no mundo. Apesar

de serem claras as comodidades dos seus fornecimentos, nem sempre se dispõe dos conhecimentos e de capacidades necessárias para uma análise crítica das vantagens e desvantagens do uso de uma determinada fonte de energia, como biodiesel, petróleo ou álcool, para que se possam emitir críticas favoráveis ou não e, assim, propor ações de forma responsável. Por isso, os conceitos químicos envolvidos em processos de produção de energia devem ser compreendidos em estreita relação com contextos ambientais, políticos e econômicos, considerando a perspectiva dos processos sustentáveis.

Vamos exemplificar utilizando o caso do Biodiesel...

O estudante deve ser capaz, a partir das aulas de Química, de compreender a **constituição dos materiais, suas propriedades e transformações**. Assim, deverá aprender não só a constituição do biodiesel (óleos vegetais, como o de soja, por exemplo, bem como de gorduras animais), obtido através de um processo químico chamado de transesterificação, como também em que consiste esse processo (transformações de moléculas de triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos). Esses e muitos outros conhecimentos químicos podem ser trabalhados de acordo com o nível cognitivo dos estudantes e precisa estar vinculado a contextos políticos, éticos e sociais. Comenta-se muito, na mídia principalmente, que o biodiesel representa uma alternativa renovável ao diesel comum e como expectativa de que seja uma alternativa menos poluente.

No Brasil, defende-se a ideia de que ele seja a solução para a agricultura familiar, uma vez que poderá propiciar aos pequenos agricultores uma forma de cultura com venda garantida. Além disso, surgem outras questões, como: se usássemos somente biodiesel, teria o país (e o mundo) condições de suprir a quantidade energética demandada atualmente? Quanto tempo seria necessário para isso acontecer? Como sabemos, a monocultura torna, com o tempo, o solo pobre em determinados nutrientes. Seria possível suprir essas necessidades do solo?

Como ficariam os custos de produção? O que pensamos sobre a imposição governamental de exigir o uso de uma percentagem do biodiesel misturado ao diesel?

Será que a sociedade está apta para discutir, ponderar, julgar e opinar sobre a tecnologia do biodiesel?

Portanto, os conceitos químicos não devem ser trabalhados isolados, mas, sim, a partir de contextos, questionamentos e interesses reais. Não se trata, portanto, de ensinar SOMENTE os conhecimentos químicos envolvidos na questão do biodiesel, mas é importante que essa temática seja analisada e discutida em outras perspectivas. E é justamente aí que as demais áreas do conhecimento poderão compor os trabalhos didático-pedagógicos com a Química.

Para que o ensino de Química alcance seu objetivo, há que se pensar na *seleção e organização dos conteúdos*. Infelizmente, seu ensino nas modalidades Fundamental

e Médio há muito tempo se baseia na transmissão de informações, no ensino mecânico de definições e teorias, fórmulas, equações e muitas memorizações desnecessárias, o que tornou essa disciplina enfadonha para a maioria dos estudantes.

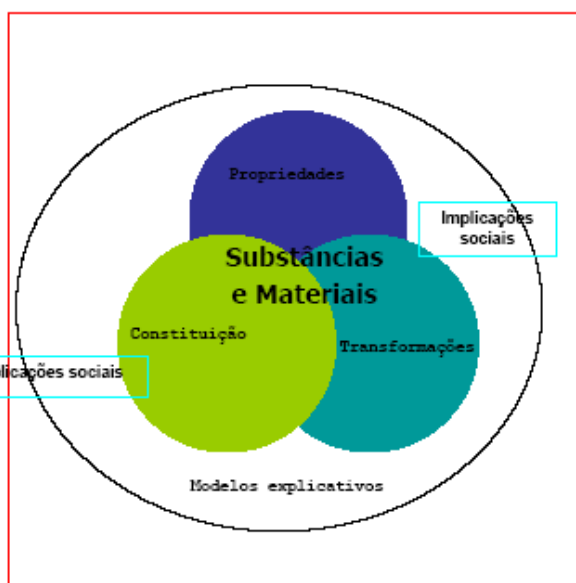
Não é preciso fazer uma análise aprofundada nos nossos currículos atuais para verificar o número excessivo de conceitos, cuja inter-relação dificilmente será percebida pelos estudantes. A quantidade de conceitos/definições e procedimentos que são introduzidos a cada aula é muito grande para que seja possível ao estudante, em tão pouco tempo, compreendê-los e ligá-los logicamente numa estrutura mais ampla que dê significado à aprendizagem.

Para avançar na formulação de um currículo que atenda às demandas atuais da sociedade, é importante lembrar que a própria ciência está superando essa estruturação superordenada dos conteúdos. A exigência curricular de preparar o cidadão para o exercício da cidadania, para a sua atividade profissional e para continuar a aprender, com autonomia intelectual, pensamento crítico e flexibilidade para se adaptar às novas condições de ocupação, impõe esse diálogo. Tudo isso fundamenta e justifica uma proposta de temas de natureza mais abrangente, a partir dos quais se podem derivar questões conceituais e contextuais e o reaparecimento do mesmo tema em séries diferentes. Na lógica da linearidade do currículo tradicional não existe essa recorrência.

Inicialmente, precisamos considerar que os conhecimentos químicos foram construídos a partir de estudos empíricos das transformações químicas e das propriedades das substâncias. Isso quer dizer que os modelos para explicar os materiais, suas propriedades e as transformações foram gradualmente se desenvolvendo e, atualmente, o estudo da Química requer o uso de modelos muito bem elaborados. Não podemos esquecer que *as explicações dos fenômenos químicos podem acontecer em três níveis, quais sejam: macroscópico, microscópico e representacional*. Sabemos que, para explicar os fenômenos químicos em nível microscópico (cognitivamente muito importante no ensino de Química), necessitamos da ajuda dos modelos.

Desse modo, a proposta curricular de Química para o estado de Mato Grosso, alinhando-se à base curricular nacional do conhecimento de Química e em consonância com a própria história do desenvolvimento da ciência Química, contempla aspectos conceituais que permitem a compreensão da constituição, propriedades e transformações dos materiais, seus modelos explicados, destacando as implicações sociais relacionadas à sua produção e ao seu uso.

O esquema ao lado explicita os eixos curriculares como focos de interesse da Química.



Considerando o esquema acima, a escolha do que ensinar deve estar embasada em *temas relevantes* que permitam a compreensão do mundo físico, social, político e econômico, organizando o estudo a partir de fatos mensuráveis e perceptíveis, para que os estudantes possam entender as informações e os problemas em pauta, além de poderem estabelecer vínculos com os saberes formais e informais que já apresentam. Assim, somente aos poucos as explicações que exigem abstrações devem ser introduzidas, deixando claro que não são permanentes e absolutas, mas, sim, provisórias e historicamente construídas pelo ser humano. Portanto, *se um tema for predominantemente conceitual, de certa forma, é o conceito que organiza a estrutura de abordagem. Se o tema é mais contextual, é o contexto que organiza os desdobramentos conceituais, como é o caso do biodiesel.*

A abordagem de conceitos ligados aos contextos de aplicação não precisa seguir uma cadeia linear de pré-requisitos, pois a realidade não se estrutura dessa maneira. Os conceitos podem ser abordados em diferentes momentos e níveis de profundidade. Esse movimento vai assegurar um aprofundamento progressivo, mais próximo à realidade dos fenômenos e das aplicações da Química.

Esses princípios se traduzem, nesta proposta, numa abordagem dos conceitos mais horizontal e qualitativa no primeiro ano, e numa verticalização e aprofundamento no segundo e terceiro ano. Isso significa que, no primeiro ano, os estudantes discutirão temas que envolvem a compreensão de princípios fundamentais da Química com uma ênfase qualitativa, tendo em vista prover uma base para o aprofundamento tanto dos conceitos como das aplicações. No segundo e terceiro ano, propomos um aprofundamento do estudo de temas químicos, incluindo aspectos quantitativos.

Pretendemos sugerir alguns grandes temas que possam servir de orientação na seleção dos conceitos mais relevantes. A proposta que ora é apresentada se baseia na tríade *propriedade-constituição-transformação* dos materiais e das substâncias. Feita dessa forma, a proposta curricular não apresenta uma sequência de conteúdos.

No primeiro ano do Ensino Médio é comum dar ênfase, logo no início, a aspectos microscópicos, apresentando os modelos atômicos de Dalton, Rutherford, Bohr e o quântico, a distribuição eletrônica em camadas ou níveis e subníveis energéticos, seguidos da tabela periódica e do estudo das ligações químicas (iônicas covalentes e metálicas). Essa também é a sequência de conteúdos da maioria dos livros didáticos de Química disponíveis no mercado editorial brasileiro.

Essa sequência didática, que parte da apresentação de um modelo atômico microscópico e abstrato, exige que o estudante compreenda uma possível *explicação microscópica* para *propriedades macroscópicas* dos materiais, antes mesmo de conhecer os fenômenos químicos. O problema que se vê aí é que a aprendizagem, muitas vezes, torna-se mecânica e pouco significativa. Não é raro, por exemplo, os estudantes apresentarem dificuldades em responder a questões que requerem a explicitação do número de prótons, elétrons e nêutrons a partir dos números atômicos e de massa de um elemento químico, dificuldades que ficam mais patentes quando se trata de determinar esses números para cátions e ânions.

Os estudantes tendem também a fazer distribuições eletrônicas de maneira mecânica, classificá-los na tabela periódica nas famílias e nos períodos também mecanicamente, sem, muitas vezes, uma real compreensão do significado energético de elétrons em órbitas ou orbitais – conforme o modelo escolhido. É exigido do estudante um alto nível de abstração, cujo alcance seria mais fácil se estivesse alicerçado na necessidade de explicar fenômenos.

Porém, não se trata simplesmente de abandonar tais conteúdos importantes, mas de abordá-los quando se fizerem necessários. Assim, respeitando o nível cognitivo do estudante e procurando criar condições para seu desenvolvimento, **a proposta é iniciar o estudo sistemático da Química a partir das propriedades dos materiais e dos aspectos macroscópicos das transformações químicas, caminhando para as possíveis explicações em termos da natureza da matéria dos fenômenos estudados.** Para isso, será preciso romper com o pensamento pedagógico que nos acompanha há muitos anos.

O conhecimento das substâncias e dos materiais diz respeito a suas propriedades, tais como dureza, ductibilidade, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras passíveis de serem medidas e que possuem uma relação direta com o uso que se faz dos materiais. No sentido de compreender os comportamentos dos materiais, alguns conhecimentos químicos são fundamentais: aqueles que envolvem os diversos modelos que constituem o mundo atômico-molecular, as propostas para conceber a organização e as interações entre átomos, íons e moléculas. Esses conhecimentos oferecem subsídios importantes para compreensão, planejamento e execução das transformações dos materiais. Estabelecer inter-relações entre esses três aspectos é fundamental para que se possa compreender vários tópicos de conteúdo químico.

O quadro a seguir apresenta os conhecimentos químicos da Base Comum, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002), numa perspectiva da tríade **propriedades, transformações e constituição dos materiais.**

<p>Conhecimentos</p> <p>Químicos da Base</p> <p>Comum</p> <p>PCN+ (Brasil, 2002)</p>

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS
Propriedades gerais, específicas e funcionais dos materiais do dia a dia (papel, plástico, madeira, metais, tecido, concreto, vidro, cerâmicas, etc.). Os estados físicos dos materiais; As propriedades dos materiais orgânicos e inorgânicos; Relações entre as características e propriedades dos materiais e suas aplicações cotidianas .
Degradação de materiais. Propriedades elétricas dos materiais: condutividade e resistibilidade dos metais; supercondutividade; semicondutores; e propriedades dielétricas. Propriedades magnéticas dos materiais. Propriedades ópticas dos materiais: interação da luz; absorção e emissão de luz. Propriedades térmicas dos materiais: e calor específico; condução e expansão térmica.
TRANSFORMAÇÕES DOS MATERIAIS
Transformações químicas: reconhecimento e caracterização
Transformações químicas no dia-a-dia: transformações rápidas e lentas e suas evidências macroscópicas; liberação ou absorção de energia nas transformações.
Relações qualitativas de massa: conservação das massas nas transformações químicas (Lavoisier); proporção entre as massas de reagentes e de produtos (Proust); relação entre calor envolvido na transformação e massas de reagentes e produtos.
Reagentes, produtos e suas propriedades: caracterização de materiais e substâncias que constituem os reagentes e produtos das transformações em termos de suas propriedades; separação e identificação de substâncias.
Algumas reações orgânicas (polímeros, carboidratos, lipídeos, proteínas, etanol, papel, fibra, petróleo, etc.) na obtenção de novos produtos.
Transformações químicas: aspectos energéticos
Produção e consumo de energia térmica e elétrica nas transformações químicas; reações de óxido envolvidas na produção e consumo de energia elétrica; potenciais de eletrodo e energia de ligação.
Energia e estrutura de substâncias: interações eletrostáticas entre átomos, moléculas e íons nos sólidos e líquidos; ligações covalentes, iônicas e metálicas como resultantes de interações eletrostáticas; relação entre propriedades da substância e sua estrutura; as experiências de Faraday (eletrólise) para explicar o consumo de energia; e teorias da valência para explicar a ligação covalente.
Produção e consumo de energia nuclear: processos de fusão e fissão nucleares; e transformações nucleares como fonte de energia.
Transformações químicas: aspectos dinâmicos
Controle da rapidez das transformações no dia-a-dia: variáveis que modificam a rapidez de uma transformação química; modelos explicativos.
Estado de equilíbrio químico: coexistência de reagentes e produtos; estado de equilíbrio e extensão da transformação; variáveis que modificam o estado de equilíbrio; previsões quantitativas, modelos explicativos, pH de soluções aquosas, hidrólise salina, solubilidade e interação ácido base.
CONSTITUIÇÃO DOS MATERIAIS
Primeiras ideias e modelos sobre a constituição da matéria: ideias de Dalton sobre transformação química e relações entre massas (Lavoisier e Proust); modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a desintegração radioativa; ideias sobre as interações entre átomos formando substâncias – ligação química como resultante de interações eletrostáticas, classificação periódica dos elementos químicos e modelo cinético dos gases.
Radiações e modelos quânticos de átomo: radiações eletromagnéticas e quantização de energia.
Modelagem quântica, ligações químicas e propriedades dos materiais: tendência à não decomposição (estabilidade) e interação de substâncias; ligações químicas; propriedades periódicas; e propriedades e configurações moleculares.
Constituição nuclear e propriedades físicoquímicas: núcleo atômico; interações nucleares; isótopos; e radiações e energia nuclear.
Representação de transformações químicas: representação das substâncias e do rearranjo dos átomos nas transformações químicas – símbolos, fórmulas e equações.
Relações quantitativas envolvidas na transformação química: relação entre quantidade de matéria e energia; e estequiometria e rendimento e concentração de soluções.

Se levarmos em consideração a finalidade da Educação Básica, que é de assegurar ao estudante formação indispensável para o exercício da cidadania, deve-se trabalhar relacionando os eixos explicitados à abordagem de temáticas sociais/ambientais/econômicas/culturais/políticas/éticas que propiciem ao estudante o desenvolvimento de atitudes e valores, como: energia, lixo, água, metais, alimentos, plásticos, etc.

Além disso, propõem-se temas para projetos multidisciplinares e interdisciplinares com a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Algumas temáticas descritas em uma disciplina se complementam com as demais, o que ajudará nas atividades didático-pedagógicas inovadoras. Vejamos algumas temáticas necessárias de serem abordadas em se tratando do estado de Mato Grosso.

CONFORTO TÉRMICO

As cidades mato-grossenses convivem frequentemente com altíssimas temperaturas (uma das maiores do Brasil), que causam muitos incômodos, afetando, por vezes, até a saúde. Portanto, o conhecimento sobre como garantir o conforto térmico é fundamental aos habitantes deste Estado. Diante disso, esse tema pode ser muito significativo para os estudantes e poderá ajudá-los a aprender Química de forma contextualizada.

Inicialmente, é importante reconhecer nessa temática – *conforto térmico* – um meio para um trabalho multidisciplinar ou transdisciplinar. Esse assunto pode ser trabalhado juntamente com outras disciplinas da área de Ciências Naturais e Matemática. A Química poderá contribuir discutindo, por exemplo, sobre os tipos de materiais utilizados para garantir o conforto térmico dos ambientes e das pessoas; de que são feitos esses materiais; qual a sua composição química; que propriedades esses materiais possuem para garantir conforto térmico; e os processos envolvidos nesses sistemas que buscam garantir conforto térmico etc.

Como sabemos, o estudo do conforto térmico passa pela compreensão dos materiais e suas propriedades (**QUÍMICA**) e pelo entendimento dos fatores físicos envolvidos (**FÍSICA**). Além disso, o conforto térmico pode ser analisado sob dois pontos de vista: pessoal ou ambiental (**BIOLOGIA**).

Considerando apenas o ponto de vista pessoal, define-se conforto térmico como sendo uma condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico. Do ponto de vista físico, confortável é o ambiente cujas condições permitem a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de serem acionados os mecanismos termo-reguladores, ou seja, é necessário que o organismo humano se encontre em balanço térmico com o meio ambiente. Mas, do que depende o conforto térmico humano? Para responder a essa questão será necessário ao estudante entender como ocorre o conforto térmico, ou seja, quais são os seus parâmetros *individuais* (metabolismo e vestuário) e *ambientais* (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e temperatura média).

Seria possível calcular um índice (MATEMÁTICA) de conforto térmico? Como se calcula? Sabemos que os índices de conforto térmico procuram englobar, em um único parâmetro, diversas variáveis (biofísicas, fisiológicas e subjetivas).

Essa temática é ampla e complexa e deve ser trabalhada em conjunto com as demais disciplinas, inclusive com outras áreas do conhecimento (Geografia, por exemplo), e seu estudo poderá garantir que os estudantes vejam na Química utilidade e significação.

Para visualizar melhor a ideia apresentada, o que se propõe é fazer os devidos vínculos entre as sugestões sobre esse tema nos textos das demais disciplinas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Física, Biologia e Matemática.

SEXUALIDADE

Considerando que a Educação Básica tem como seu público-alvo praticamente os adolescentes, o tema sexualidade deve ser discutido de forma ampla e aprofundada também pelo professor de Química. Todavia, muitos professores se questionam sobre o que eles poderiam ensinar de Química em relação a esse assunto. Muitos conceitos químicos importantes poderão ser abordados.

Os resultados relativos à disseminação de doenças, apresentados pela Associação Brasileira Interdisciplinar de AIDS (ABIA), mostram que no Brasil muitos casos de contaminação de AIDS ocorrem durante a adolescência. É também nessa fase o alto índice de gravidez indesejada. Esses resultados são comuns a muitos estados brasileiros, não só a Mato Grosso.

Assim como o anteriormente discutido (conforto térmico), esse também é um tema complexo, delicado e que exige aprofundamento dos conceitos. No caso da Química, podemos tratar o tema por vários aspectos, como: *composição e propriedades dos materiais* utilizados, tanto nos *medicamentos* (para combater doenças ou evitar gravidez) quanto nos *preservativos*; substâncias utilizadas nos anticoncepcionais; a razão de algumas mulheres serem mais sensíveis a algumas fórmulas de anticoncepcionais do que outras; as substâncias utilizadas no tratamento da AIDS; os medicamentos são misturas ou substâncias; e de que são feitos os preservativos, dentre outros.

Muitas são, portanto, as questões que poderiam ser levantadas sobre o tema, e os conhecimentos químicos seriam úteis nas respostas. Por isso, é possível propor um projeto sobre essa temática, por exemplo, sobre o uso e a fabricação das camisinhas e a sexualidade na adolescência. É possível, também, levantar questões relativas a esse assunto especificamente: como as camisinhas (feminina e masculina) nos protegem? Como são fabricadas? De que maneira são testadas em laboratório? Como saber

quais as melhores marcas? Por que os preços são altos? Por que só a partir da AIDS se começou a falar de camisinha? Por que os temas relacionados com sexualidade são ainda tabus na maioria dos contextos sociais? Como se vive a sexualidade nos dias atuais? Essas discussões podem ocorrer em conjunto com as demais disciplinas (Biologia, por exemplo) e durante a realização de atividades experimentais com os preservativos. Em outros termos, pode-se permitir que os estudantes manipulem os preservativos e testem algumas de suas propriedades numa perspectiva investigativa, como as diferentes marcas comerciais e as informações contidas nas embalagens (tipo de embalagem/material utilizado), comprimento (cm), largura (cm) massa (g), tração-elasticidade (cm), vazamento-porosidade, capacidade volumétrica (ml), condução de corrente, etc. Esses questionamentos podem ser trabalhados em atividades práticas, inclusive com a construção de um dispositivo para detecção de condutividade, em parceria com a Física e a Matemática.

Como se pode ver, a Química poderá contribuir efetivamente com a formação do cidadão, pois o que se pretende é que o conhecimento sistematizado não seja trabalhado de forma dogmática, sem significado. Com essa temática é possível trabalhar os **materiais/substâncias** associados à sua **constituição, propriedades e transformações**, de forma vinculada aos aspectos econômicos, sociais, ambientais, etc.

Além desses dois temas citados, outros também podem fazer parte de projetos escolares (multidisciplinares; interdisciplinares e transdisciplinares), de acordo com a realidade da nossa região, a saber: *energia, agronegócio e impactos ambientais*, temas que *também são sugestões nos textos das disciplinas Física, Biologia e Matemática*.

Esses eixos temáticos sugeridos podem ser amparados por um livro didático que seja o mais coerente possível com a formação do sujeito/cidadão (concepção crítica) e **NÃO** um livro autoritário, mas que apresente uma proposta teórico-metodológica adequada. Nesse sentido, o catálogo do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio deve ser consultado, pois nele há informações valiosas.

Ademais, não se pode esquecer que a **Química é uma ciência experimental** e como tal deverá apresentar-se em sala de aula, sempre que possível, com atividades práticas. No entanto, a experimentação não deverá se constituir em uma forma simplesmente de comprovação da teoria e vice-versa. Ela deverá estar engajada e devidamente ajustada às demais estratégias utilizadas num fluxo corrente e coerente.

A seguir, algumas sugestões de eixos temáticos, capacidades e conteúdos para orientar a ação do professor de Química no Ensino Médio.

Capacidades gerais

- Construir conceitos a partir da leitura de textos relacionados à Química;
- Compreender e aplicar os conhecimentos químicos;
- Ler, articular e interpretar a linguagem química em situações diversas;

- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de Química veiculados em diferentes meios;
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas que veiculam conhecimentos químicos;
- Reconhecer, propor ou resolver situações-problemas em Química, selecionando procedimentos e estratégias adequadas para a sua solução;
- Compreender a ciência Química como parte integrante da cultura humana contemporânea;
- Reconhecer o papel da Química no desenvolvimento tecnológico contemporâneo;
- Debater e argumentar de forma coerente e rigorosa, apresentando e solicitando justificativas de cunho científico em relação à Química;
- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento químico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania;
- Aplicar os conhecimentos químicos em variados contextos e problemas.

Perfil do egresso: Ao final do Ensino Médio, espera-se que o estudante conheça os temas e os conceitos estruturantes da Química e seja capaz de utilizar esses conhecimentos em seu cotidiano e em situações diversas, articulando-os em diversos contextos e utilizando-os para refletir sobre os mais variados aspectos da vida contemporânea em sociedade, para julgar e para agir crítica e responsavelmente na sociedade em que vive.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +)**, 2002.
- LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- MOACYR, P. **A instrução e o Império**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1936.
- MORTIMER, E.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teórico da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio – **Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 2, nº 2, 2002.
- SCHEFFER, E. W. O. **Química: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje del a geología. **Enseñanza de las Ciencias**, 16 (2), 323-330.

Bibliografia Complementar

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo, Moderna, 1995, 5. ed., 1994.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí, Editora Unijuí, 1995, 3. ed., 1993.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas, Editora da Ulbra, 1995.

DRIVER, R. ASOKO, H. LEACH, J. MORTIMER, E. SCOTT, P. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, nº 9, pág. 31-40, maio, 1999.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2010.

LASZLO, Pierre. **A palavra das coisas ou a linguagem da Química**. Lisboa, Gradiva, 1995.

LOPES, A. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, vol. 23, nº 80, págs. 386-400, setembro, 2002.

MACHADO, Andréa Horta. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2004. 200 p.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. (orgs.) **Fundamentos e propostas de Ensino de Química**. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2007.

MATEUS, Alfredo L.; REIS, D. D.; PAULA, H. F. **Ciência na tela: experimentos no retroprojektor**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

MELLO, I. C. **O ensino de química em ambientes virtuais**. Cuiabá, MT: EDUFMT, 2009.

OLIVEIRA, M. A. **Os laboratórios de Química no Ensino Médio: um olhar na perspectiva dos estudos culturais das ciências**. Londrina, PR: EDUEL, 2009. 322 p.

ROSA, M. I. P. e TOSTA, A. H. O lugar da química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Revista Ciência e Educação**, v. 11, nº 2, págs. 253-262. 2005.

ROSA, Maria Ines P.; ROSSI, Adriana V. **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. São Paulo: Editora Átomo, 2008. 296 p.

SANTOS, W.; MALDANER, O. A. (orgs.) **O ensino de Química em Foco**. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2010.

SCHNETZLER, R. P. **A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas**. *Química Nova*, v. 25, Supl. 1, págs. 14-24, 2003.

SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2000.

SILVA, R. T. *et al.* Contextualização e experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no ensino de Química” da revista “Química Nova na Escola” 2000-2008. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, [S. l.], v.11, nº 2, págs. 245-261, dez. 2009.

SILVA, L. e ZANON, L. O papel da experimentação no ensino de ciências. In **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. SCHNETZLER, R. e ARAGÃO, R. (orgs). R. Vieira Editora, Campinas, 2000.

Revista Química Nova na Escola – disponível em <http://qnesc.sbq.org.br> Acesso em setembro de 2010 [com uma periodicidade trimestral, propõe-se a subsidiar o trabalho e a formação e atualização da comunidade do Ensino de Química brasileiro]

Cadernos Temáticos para o Ensino de Química – disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/> Acesso em setembro de 2010 [vários temas são tratados em cadernos temáticos individuais, tais como: química ambiental; novos materiais; química de fármacos; estrutura da matéria; Química, vida e ambiente; química inorgânica e medicina; e representação estrutural em química].

BIOLOGIA



Escola Estadual Marcelina de Campos

1 - Dimensão Histórica

O ser humano, durante sua existência evolutiva, tem encontrado na natureza fatos, fenômenos e elementos que serviram e servem para manutenção da vida. A partir da *observação* e da *experimentação*, desenvolveu a capacidade de utilizar plantas e animais para a manutenção da sua vida. Para tanto, percebia plantas de ação tóxica e épocas de frutificações, fatores que contribuíram para o desenvolvimento da agricultura. A *Observação* e *Experimentação* contribuíram, também, para o aprimoramento de métodos, tecnologias e técnicas mais eficazes para as caçadas, já que percebiam o comportamento de diversos animais nos mais diferentes habitats. Tais conhecimentos tiveram seus primórdios, de modo empírico, na pré-história, cujos registros podem ser identificados nas pinturas rupestres representando elementos da natureza e ações desenvolvidas em diversos rituais.

Nesse sentido, podemos dizer que a história da Biologia é exemplo apaixonante do progresso do espírito humano e das ciências, com início na pré-história chegando até os dias de hoje, passando por várias civilizações que deixaram registros que ainda nos servem de elementos no processo de compreensão dos fenômenos naturais, principalmente aqueles ligados à manutenção e extinção das diversas formas vivas.

Podemos perceber também que a partir da história e do processo de construção do conhecimento em biologia, numa perspectiva cronológica, essa ciência foi e é capaz de buscar respostas para muitas indagações.

Esse fato pode ser tratado como um objeto de estudo dentro da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e, especificamente na biologia, como conteúdo para pesquisas bibliográficas além de possibilitar uma aproximação com a área de humanas, o que proporciona uma integração para a interdisciplinaridade.

1.1 As Ciências Biológicas no Brasil

E no Brasil, como se deu a entrada da Biologia como ciência e componente curricular escolar?

Marquês de Pombal instituiu uma ampla reforma educacional para fazer frente às influências das tradições portuguesas de caráter jesuíticas.

Após a expulsão dos jesuítas, a História Natural entra na ordem do dia, culminando na organização de uma expedição filosófica indo do Amazonas, passando por Cuiabá e retornando a Belém, quando foram coletadas inúmeras espécies de animais e plantas que foram enviadas para Portugal. Devido ao momento histórico conturbado dos anos finais de 1700 e início dos anos de 1800 na Europa, a maioria daquele material foi perdida e parte dele foi parar em mãos francesas, fato que pode ser conferido em Mello Leitão, em seu livro “A Biologia no Brasil”, editado pela Editora Nacional, em 1937.

A dependência dos conhecimentos franceses perdurou por muito tempo, uma vez que toda a costa brasileira tinha sido reservada para pesquisadores franceses, influenciando, inclusive, o modelo de Universidade Brasileira.

No Período de Vargas, a Biologia é implantada como componente curricular, como forma de Biologia Educacional, nos cursos de Magistério, conhecido à época como Curso Normal. O professor Almeida Júnior, médico catedrático da cadeira, escreve um livro com o mesmo nome em 1939, editado pela Cia. Editora Nacional e que foi reeditado até os anos 60, daquele século.

A característica dessa disciplina e da obra tinha fortes influências com o processo de eugenia iniciado na Alemanha de Hitler. Os conteúdos, nessa obra, estavam centrados nos aspectos da Evolução, Princípios de Genética e Fisiologia, focando o estudo da inteligência, sua herança e caracterização racial, além de tocar no processo de Eugenia e Eutecnia. Observe que tais características, de certa forma, atendiam aos anseios da classe política dominadora que, à época, lutava em favor de uma “depuração racial”.

Nessa ocasião havia também um grande movimento de modernização, inclusive da Educação. Procurava-se superar a pedagogia tradicional com modelos republicanos progressistas para se implantar uma Pedagogia nova de caráter científico-experimental, tendo como uma das características incentivar a pesquisa para que, gradativamente, substituísse os exercícios de imitação e repetição.

Nesse momento, surge o Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova (1932):

[...] onde se reivindica a necessidade de uma cultura geral do impertivo de recorrer a técnicas de experiências com as características de investigação científica, aplicada de forma cotidiana, medindo resultados e modificações nos processos, nas técnicas desenvolvidas sob o impulso dos trabalhos científicos na administração dos serviços escolares. (doc. de circulação interna para discussão, 2004)

Vale aqui enfatizar a importância, e nossa sugestão, da leitura dos documentos de Física, Química e Matemática para a compreensão dos movimentos e organização de modelos educacionais para a Área de Ciências da Natureza, na qual a Biologia também se insere.

Como podemos perceber, a ciência Biologia é área nova do conhecimento científico que necessita de nova filosofia, enfocando o humanismo, e reflexões sobre a sua relação entre seus pares e o meio, nesse sentido, deverá incluir e combinar as ideias cibernético-funcional-organizacionais, da Biologia Unicional, e os conceitos população-história, programa-unicidade-adaptação, da Biologia evolutiva (MAYR, 1998, pág. 94).

Deve-se pensar, também, que não é possível um professor de Biologia ensinar os fenômenos da vida sem estudar os fenômenos da vida associados aos processos de exploração, dominação, liberdade e democracia contemporânea. Esse papel tem relação com nossa competência e clareza política, com a nossa coerência e compreensão do próprio processo que envolve os elementos da natureza.

A propósito, por ocasião do I ENEBIO – 1º Encontro Nacional de Ensino de Biologia, Borges e Lima (2007) analisaram os trabalhos apresentados com o objetivo de identificar os conteúdos mais frequentes e as metodologias mais aplicadas, propondo, em seguida, uma reflexão sobre o ensino de Biologia no Brasil relacionado com os momentos históricos de nossa história recente.

Da sistematização dessas análises originou-se o artigo *Tendências Contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil*, do qual destacamos suas considerações gerais:

As demandas da sociedade contemporânea requerem que a escola revise as práticas pedagógicas e tal revisão passa, necessariamente, pela reorganização dos conteúdos trabalhados, abandonando aqueles sem significação e elegendo um conjunto de temas que sejam relevantes para o aluno, no sentido de contribuir para o aumento da sua qualidade de vida e para ampliar as possibilidades dele interferir positivamente na comunidade da qual faz parte.

É necessário, ainda, frisar que deve haver um salto qualitativo de percepção dos elementos ambientais no sentido de não reduzi-los a meros *recursos naturais*.

No estado de Mato Grosso, conforme podemos perceber através da análise dos programas e planejamentos e dos livros didáticos utilizados para o ensino de Biologia, nada de diferente existe de outras regiões do país. Podemos inferir, então, que o ensino de Biologia no estado de Mato Grosso está pautado em um currículo

baseado na reprodução dos conteúdos programáticos contidos nos livros adotados. Essa prática muito tem contribuído para a alienação de nossos jovens no que diz respeito às propostas dos modelos de desenvolvimento.

2 - SOBRE “ensinar Biologia” nos dias atuais

É objeto de estudo da Biologia o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio.

Logo, a Biologia no ensino médio deve ter como pressuposto a possibilidade de despertar no educando a curiosidade sobre os processos e fenômenos naturais tais como origem, evolução e relação da biodiversidade percebendo a dinâmica sistêmica dos organismos vivos no evento da reprodução e os fatos possíveis a eles relacionados. Deve contribuir, também, na identificação e percepção dos avanços tecnológicos.

Outro aspecto que deve ser considerado para um ensino significativo em biologia é o de capacitar nossos educandos para compreenderem e participarem dos debates contemporâneos que envolvem desequilíbrio ambiental e alteração do clima na perspectiva de subsidiar tomadas de decisões enquanto cidadão crítico e engajado nas questões que pressupõem qualidade de vida.

Essa postura se justifica na medida em que a Ciência e Tecnologia têm sido cada vez mais constantes em nosso cotidiano. Tal fato deve ser considerado, enquanto possibilidade, para promover uma reflexão sobre nossa ação pedagógica na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – especificamente em Biologia, cuidando, obviamente, de não recair em cientificismo, o que pode promover a ideia de que a ciência resolveu, resolve e resolverá todos os problemas da humanidade.

Mas o que é cientificismo? Acreditamos que o cientificismo seja uma questão ideológica, uma vez que tal concepção tem origem no processo de implementação do capital na era industrial. Segundo Habermas (1983), nessa ocasião ocorreu uma cientificização da técnica e com esse quadro, o desenvolvimento tecnológico passou a depender de um sistema no qual os conhecimentos técnico e científico eram interdependentes.

Observa-se, desse fato, segundo ainda Habermas, que a ciência e a técnica passam a cumprir uma função de legitimar a dominação na medida em que, através das metodologias científicas, promove-se, também, uma dominação da natureza cada vez mais eficiente, produzindo assim instrumentos e técnicas que têm seus reflexos na dominação do homem pelo homem.

Outro fato a considerar está destacado por Alves (1968, pág. 32):

Ao invés de as necessidades humanas definirem as necessidades de produção – o

que seria a norma para uma sociedade verdadeiramente humana – são as necessidades do funcionamento do sistema que irão criar as ‘falsas necessidades’ de consumo.

Observamos daí que a propagada neutralidade científica não existe, além do fato de que a ciência, como dito anteriormente, não irá resolver as grandes questões sociais, muito pelo contrário, tem ocasionado efeitos perversos em suas aplicações, principalmente no meio ambiente, o que nos leva a considerar a necessidade urgente/urgentíssima de mudanças nesse modelo educacional que constrói a visão da ciência pela ciência.

Um dos resultados desse modelo educacional atual é a formação de cidadãos e cidadãs sem cidadania, na medida em que não conseguem formalizar leituras que sejam capazes de se perceber enquanto partícipe do processo de construção das relações e dos papéis sociais, já que nessa estrutura pouco se privilegia momentos para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico.

Para tanto, uma das propostas mais adequadas para que o ensino de biologia proporcione essa percepção, há que se possibilitar uma aprendizagem que envolva as dimensões sociais, políticas, ambientais e econômicas, componentes estes que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Dessa maneira, o ensino de Biologia orientaria esse(a) estudante à reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico bem como de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada pessoa.

Assim, podemos nos perguntar e refletir sobre o papel e a responsabilidade da educação em Biologia:

- Como reformular o formato curricular, baseado em ilhas de conhecimento desconectadas, para o ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na área de Biologia, crítico e emancipatório?
- Como superar o trabalho pedagógico de característica compartimentalizada, livresca e conteudista metodologias mais frequentes no ensino de Biologia?
- Como transformar a escola **de** informação para a escola **da** informação?
- Em última instância, podemos nos perguntar como as ações pedagógicas podem favorecer o olhar dos saberes cotidianos oriundos do senso comum?

Mas o que é senso comum?

Para Chauí (2005), os saberes cotidianos e do senso comum, a partir de um breve exame, possuem características passíveis de ser identificadas, tais como: exprimem sentimentos e opiniões individuais e de grupos, variando de pessoa para

pessoa e, por serem subjetivos, dependem da situação em que se está vivenciando, promovem avaliações qualitativas de acordo com nossos desejos.

Além disso, **o senso comum tem ações individualizadoras, ou seja, cada coisa ou cada fato se apresentam como distintos, sem as devidas conexões.**

Também são generalizadores, já que tendem a reunir numa só opinião coisas e fatos que podem parecer semelhantes, o que promove relações de causa e efeito, muitas vezes desconectados.

Projetam nas coisas e/ou no mundo sentimentos de angústia e medo diante do desconhecido.

Percebem a regularidade, a constância e a diferença das coisas como in-
cipientes, entretanto valorizam o único, o miraculoso e o extraordinário levando a visão de que a investigação científica é uma magia. Sobre isso Chaui (2005, pág. 218):

por serem subjetivos, generalizadores, expressões de sentimentos de medo e angústia e de incompreensão quando ao trabalho científico, nossas certezas cotidianas e o senso comum de nossa sociedade ou de nosso grupo social cristalizam-se em preconceitos com os quais passamos a interpretar toda a realidade que nos cerca e todos os acontecimentos.

Então, podemos perceber que superar o senso comum a partir de nossas práticas pedagógicas é fundamental. O desafio passa a ser o de construir estratégias que possibilitem o reconhecimento do espírito crítico e, a partir desse reconhecimento, buscar mecanismos para a formação da consciência crítica.

Dessa percepção significa, também, reconhecer que a escola necessita mudar seu foco para ações pedagógicas que promovam o desenvolvimento de capacidades relacionais e não-memorísticas, condição de desenvolvimento mental que, a partir da consciência crítica, pode ser objetivada, oportunizando o processo emancipatório do sujeito aprendiz.

Creio que aqui cabe outra pergunta: o que é Espírito Crítico e Consciência Crítica?

Para Thums (2003), o espírito crítico nos caracteriza como seres humanos por sermos indagadores devido à nossa incompletude. Nesse sentido, o ser humano é, **por essência**, questionamento e reflexão. *“Perguntar faz parte do gênero homo”*.

Sobre o espírito crítico Thums (2003, pág. 25) aponta que ele:

[...] nos habita para melhor enfrentar o mundo. É a base de tudo o que fazemos e pensamos. É o fundamento da realidade e a concretude do viver melhor, coerente e significativo. É uma forma de sobreviver e enfrentar cognitivamente a vida e o mundo.

Ainda sobre o espírito crítico, Thums argumenta que ele não é egoísta, pois traz como característica fundamental a troca de ideias e, conseqüentemente, o diálogo. Além disso, o espírito crítico possibilita ao ser humano pensar e repensar sobre os fatos, os acontecimentos e os fenômenos naturais.

Acreditamos, ainda, que através do espírito crítico emerge a consciência crítica, fator preponderante para a percepção de que o ser humano é um ser natural e como tal é parte integrante da natureza e para sobreviver é necessário com ela se relacionar.

A educação que quer ser emancipatória necessita contextualizar suas ações, além de promover saberes que oportunizem a percepção de que:

A ação humana não é apenas biologicamente determinada, mas se dá principalmente pela incorporação das experiências e conhecimentos produzidos e transmitidos de geração a geração: a transmissão dessas experiências e conhecimentos – por meio da educação e da cultura – permite que a nova geração não volte ao ponto de partida da que a precedeu. (ANDERY, 2004, p.53).

Desta percepção podemos também inferir, tal qual Andery, que o processo de produção da existência humana é um processo social na medida em que o ser humano não vive isolado, muito pelo contrário, ele é dependente de seus pares para sobreviver. Neste sentido, as necessidades humanas são criadas, atendidas e transformadas a partir da organização das relações entre os seres humanos.

Outro esforço a ser empreendido no processo de construção de uma educação científica emancipatória é o da coragem de aprender a viver com as incertezas, procedimento que nos oportunizará criar ambientes de aprendizagem que permita o empoderamento real da autonomia tanto dos educandos quanto de nós, educadores.

Acreditamos, tal qual os escritos de Edgar Morin, que o sujeito que aprende continuamente, por meio de metodologias adequadas de pesquisa, estratégia de soluções de problemas e tomada de decisão, será capaz de aprender a investigar, dominar as diferentes formas de avaliar, reunir e organizar informações mais relevantes. Nesse processo, de auto-organização ele trabalhará para construir e reconstruir sua autonomia, pois aprenderá, entre outras capacidades, a pensar.

3 - Temas Estruturadores: uma proposta alinhada com as Orientações Curriculares Nacionais e PCN+ para o Ensino Médio

A necessidade da alfabetização científica é exigência contemporânea, pois, a partir dela, poder-se-á proporcionar a formação de cidadãos e cidadãs capazes de tomar decisões, agir e compreender, criticamente, as relações de interesses no processo de construção da história humana. Dadas essas reflexões histórico-evolutivas sobre o pensamento biológico no processo de ensino, acreditamos ser possível de-

sencadear discussões para a construção de uma proposta de Orientação Curricular que contemple os aspectos ambientais, sociais e culturais mato-grossense.

Sendo assim, alguns elementos que percebemos como balizadores de uma proposta de curso de Biologia para o Ensino Médio serão sugeridos. A meta é possibilitar a superação da visão dicotômica e/ou compartimentalizada para uma visão mais sistêmica e holística que possa contribuir na compreensão do mundo e suas transformações, proporcionando ao educando se perceber como um sujeito que está integrado à sua realidade e, conseqüentemente, ao universo. Ou seja, entender a realidade em que está inserido numa perspectiva crítica/reflexiva.

Abaixo, alguns temas estruturadores para discussão, reflexão e orientação curricular do ensino de Biologia para a Rede Estadual de Ensino Médio do Estado de Mato Grosso:

Tema 1 - Interação entre os sistemas vivos

A abordagem dada nesse tema remete às interações entre o meio biótico, abiótico e as características de organização dos sistemas vivos.

Na visão de Capra (1996), os sistemas vivos não podem ser compreendidos pela análise de suas partes, porque a propriedade das partes não são propriedades intrínsecas e só podem ser entendidas dentro de um contexto maior.

Dessa forma, um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. Nele, as diferentes formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente. Reforçando esse pensamento, Maturana salienta,

Nós, seres vivos, somos sistemas determinados em nossa estrutura. Isso quer dizer que somos sistemas tais que, quando algo externo incide sobre nós, o que acontece conosco depende de nós, de nossa estrutura nesse momento, e não de algo externo (MATURANA, 2001b, pág. 27).

Nesse sentido, é papel da Biologia instigar a criação de soluções que venham contribuir e melhorar a qualidade de vida da sociedade como um todo, visando ao equilíbrio ambiental de forma sustentável permitindo a conservação da biodiversidade local e global.

Tema 2 - Qualidade de vida das populações humanas

Esse tema remete qualidade de vida e saúde das populações relacionando com suas condições sociais que, no último século, graças aos progressos políticos,

econômicos, sociais e ambientais, assim como aos avanços na saúde pública e na medicina, a expectativa de vida cresceu.

No Brasil, a média nacional é de 75 anos. Entretanto, mesmo que a melhoria seja incontestável, é preciso reportar às profundas desigualdades nas condições de vida e saúde entre regiões e grupos sociais. Todavia, apenas prover ótimas condições de sobrevivência não garante a elevação dos níveis de qualidade de vida, visto que o que a determina é a forma e a capacidade do indivíduo em perceber e se apropriar dessas condições.

Desse modo, é preciso compreender que qualidade de vida e sustentabilidade estão interligadas haja vista que uma sociedade sustentável baseia-se no processo de encontrar soluções viáveis sem desconsiderar os avanços sociais e tecnológicos, visando satisfazer as necessidades das gerações presentes sem, no entanto, comprometer as futuras.

Dessa maneira, a fim de se ter uma sustentabilidade global há alguns pontos a ponderar, por exemplo: ação antrópica no ambiente, ocupação, uso e consumismo exacerbado que deverá ser mais consciente e responsável. Logo, para que se tenha essa sustentabilidade e, conseqüentemente, uma boa qualidade de vida, deve acontecer um equilíbrio dessas interferências.

Para tanto, é por meio de uma gestão territorial que assegure água e ar limpos alimentos saudáveis, bem como a preservação de ecossistemas naturais, que se poderá ter realmente a tão almejada qualidade de vida.

Tema 3 - Identidade dos sistemas vivos

A abordagem dada neste tema remete às interações entre o meio biótico e abiótico e suas características de organização, onde as atividades vitais ocorrem no interior da célula de cada ser vivo e são controladas por um código genético que é responsável por toda a biodiversidade existente no planeta. Assim, conforme aponta Maturana (2001a), a unidade celular classifica e vê a cada instante suas contínuas interações com o meio segundo a sua estrutura. Esta, por sua vez, está em constante mudança devido à sua dinâmica interna³⁵.

Nesse sentido, é por meio dos estudos da Genética, Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e da clonagem que o(a) estudante poderá compreender e avaliar os riscos e benefícios nos sistemas vivos e buscar a reflexão dos aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade.

³⁵ MATURANA, 2001, p.86

Tema 4 - Diversidade da vida

O conhecimento da importância da biodiversidade é um dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo. Salientando que o nosso país é detentor da maior diversidade de vida do planeta, destacando os componentes e interações que favorecem o surgimento e que restringem a vida na Terra. Outra diferenciação entre espécie pode ser verificada por meio do isolamento ambiental, físico ou genético. A inclusão de conceitos ecológicos relacionados com os fatores ambientais deve contribuir para a compreensão dos grandes biomas, bem como o reconhecimento da importância das unidades de conservação. Vale ressaltar que nesse tema é possível também ser trabalhada a diversidade humana, em termos de percepção das várias formas de se fazer no mundo.

Tema 5 - Transmissão da vida, ética e manipulação

Os conceitos nucleares e estruturantes da Biologia fundamentam-se no fato de que toda a vida descende de outra vida. A compreensão da genética e da transmissão das características hereditárias é fundamental para uma análise de suas aplicações, como: identificação de paternidade, investigação criminal e outras. Faz-se necessário também avaliar as implicações da manipulação gênica, através de debates éticos, morais, sociais, políticos e econômicos de maneira que sejam avaliados os riscos e benefícios econômicos e ambientais para a biodiversidade.

Tema 6 - Origem e evolução da vida

Esse tema é o mais polêmico para a humanidade que, ao longo dos tempos, tem buscado explicações em relação à origem da sua própria existência. Por ser polêmico, o educador é obrigado a se respaldar não só de conteúdos, mas, também, de estratégias pedagógicas que possibilitem primeiramente o envolvimento dos educandos enquanto observadores dos fenômenos naturais, sociais, políticos e éticos uma vez que essa capacidade, qual seja a de observar criteriosamente, irá habilitá-lo na produção de conhecimento, sem dogmatizar as teorias.

Segundo Maturama, (1998), todos nós somos observadores e, como tal, estamos nos habilitando a produzir conhecimento, ou seja, estamos nos habilitando a explicar algo. Por ser um tema altamente abstrato e incrustado de emoções e sensações advindas de formação religiosa, devemos ter presente que as explicações evidenciadas em nossos educandos devem ser (re)significadas a partir da experiência educacional sobre o assunto, o que deverá possibilitar um novo conhecimento, conseqüentemente uma outra linguagem em que ocorre a superação do conhecimento produzido pela sensação e emoção. **O ensino sobre a origem de evolução da vida deve se relacionar com os conhecimentos de áreas do saber dentro das ciências da natureza, como a geologia, paleontologia, física e química.**

5 - Considerações Finais

Acreditamos na necessidade de aprofundamento dos conteúdos inerentes à disciplina Biologia enquanto componente da área de Ciências da Natureza, mas, entretanto, sem muito foco propedêutico. O importante é perceber a Biologia enquanto uma ciência que possui suas especificidades e que seu principal objeto de estudo é o entendimento da organização dos sistemas vivos. Dessa forma, será muito mais evidente a necessidade em se utilizar recursos que partam do universo vivencial e comum de nossos educandos. Devemos também ter presente a necessidade em se promover uma nova postura didática pedagógica, utilizando-se de estratégias que possibilitem um trabalho emancipatório calcado no saber científico e seus modos de produção.

Sugestões de leituras complementares

ADAMS, J. L. **Ideias Criativas**: Como Vencer Seus Bloqueios Mentais. Rio de Janeiro: Ediouro, 1994.

LEFF: H. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

SATO, M. **Educação Ambiental**. São Carlos: RiMa, 2003. Disponível em <http://www.ufmt.br/remtea/Programas.htm>, acessado em 24/10/2009.

CASTORIADIS, Cornelius COHN-BENDIT, Daniel. **Da Ecologia à Autonomia**. São Paulo: Brasiliense, 1991.

CUNHA, Sandra Baptista; da GUERRA, Antonio José Teixeira. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**.

Kormondy, E J. & Brown, D. E. Edward J. **Ecologia humana**. Atheneu Editora. 504 pp. LAKATOS, E. M., **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1992.

BROWN, T. A. **Genética**: um enfoque molecular. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 336 p.

DARWIN, C. (2000) **A Expressão das emoções no homem e nos animais**. Editora CIA das Letras. 1ª Edição.

OTTA, E. (1994) **O Sorriso e seus Significados**. Editora Vozes, 1ª edição.

CARDOSO et al. 2004. **Animais peçonhentos, biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier Editora de Livros Médicos, São Paulo, SP.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 2000.

MORTINER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MORIN, E. **O método**. Volumes 01-06. Porto Alegre: SULINA, 2002.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2007.

ASTOLFI, Jean-Pierre. **A didática das ciências**, Campinas, Papiros, 1994.

BLOUGH, Glenn O. et al. **Como ensinar Ciências**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1972. DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José A. **Metodologia do ensino de Ciências**, Cortez, São Paulo, 1990.

FONSECA, GAB, SCHMINK M, PINTO LPS & BRITO F. 1995. **Abordagens interdis-**

ciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no Novo Mundo. Editora Conservation International do Brasil, Belo Horizonte, Brasil.

KRASILCHIK, M. **A prática de ensino de Biologia.** São Paulo: Edusp, 2004.

NARDI, R (Org.) **Educação em Ciências, da pesquisa à prática docente.** 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora 2003. 143p.

COOPER, G..M. **A célula: uma abordagem molecular.** 2ª ed. Porto Alegre, (RS): Artmed Editora, 2001.

ZAHA, A. (org.). **Biologia molecular básica.** 3ª ed. Porto Alegre, RS: Editora Mercado Aberto, 2006.

ALBINI, C.A. **Microbiologia para pequenos e grandes curiosos.** Pinhais, PR: Microscience.40p. 1998.

SCHMIDT-NIELSEN, Knut. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente,** ed.5, São Paulo: Santos,1999.600p.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza.** São Paulo: Cortez, 2000.

HARGREAVES, A. **O ensino na sociedade do conhecimento.** A educação na era da insegurança. Porto: Porto Editora, 2004.

BEGON, M. J.L. Harper & C.R. Townsend. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas.** Ed. Artmed.

RICKLEFS, R.E. 2004. **Economia da natureza.** Guanabara, RJ.

Referências Bibliográficas

- ANDERY, Maria Amália *et al.* **Para Aprender a Ciência: Uma Perspectiva Histórica.** RJ: Garamond; SP: EDUC, 2004.
- BORGES, Regina M. Rabello e LIMA, Valdevez Marina do Rosário. Tendências Contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 6, n° 1, 2007.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC, 2002. CHAUI, Marilena. **Convite à Filosofia.** SP: Ed. Ática, 2005.
- DE PAULO, Sergio Roberto *et al.* **Idade Antiga e Primitiva.** Cuiabá: EdUFMT, 2008.
- FREIRE, Paulo e HORTON, Myles. **O Caminho se Faz Caminhando: Conversas Sobre Educação e Mudança Social.** Petrópolis: Ed. Vozes, 2003.
- HARDOIM, Edna Lopes *et al.* **As Ciências Naturais no Contexto Medieval.** Cuiabá: Ed. UFMT, 2008.
- KUENZER, Acácia. (org) **Ensino Médio: Construindo Uma Proposta Para os que Vivem do Trabalho.** São Paulo: Cortez - Ed., 2000.
- MARQUES, Nelson e MENNA-BARRETO, Luiz (orgs). **Cronobiologia: Princípios e Aplicações.** São Paulo: EdUSP, 1997.
- MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação. **Escola Ciclada de Mato Grosso: Novos Tempos e Espaços para Ensinar - Aprender a Sentir, Ser e Fazer.** Cuiabá: SEDUC, 2001.
- MATURANA, Humberto R. **A árvore do conhecimento as bases biológicas da compreensão humana.** Tradução: Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo - Palas Atenas, 2001 a.
- _____, **Emoções e linguagem na educação e na política.** 2ª ed. Belo Horizonte. Editora UFM, 2001b.
- CAPRA, F **the web of life.** São Paulo: Cultrix, 1996.
- MAYR, Ernest. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico.** Brasília, 1998.
- MOREIRA, MARCO Antônio. **Aprendizagem significativa Crítica.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005
- MORIN, Edgar e LE MOIGNE, Jean-Louis. **A Inteligência da Complexidade.** São Paulo: Petrópolis, 2000.

MORIM, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários para a Educação do Futuro**. SP: UNESCO/CORTEZ - Ed., 2000.

RONAN, Colin. **História Ilustrada de Ciência**. Vol. I a IV. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2001.

SILVA FILHO, Waldomiro José da *et al.* **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002.

THUMS, Jorge. **Acesso à Realidade: Técnicas de Pesquisa e Construção do Conhecimento**. Canoas: Ed. ULBRA, 2003.

MATEMÁTICA



Escola Estadual Maria Leite Macoski

Nós, professores de Matemática, em decorrência da própria formação, sempre nos deparamos com “encruzilhadas” que muitas vezes dificultam nossa atuação enquanto profissionais, quando acreditamos que a Matemática deve ser abordada e ensinada como uma ciência desvinculada de uma linguagem.

Sabemos que a Matemática está intimamente ligada ao desenvolvimento das ideias, então nesse aspecto ela assume um papel extremamente abstrato, cujos objetos de estudos como ponto, reta e plano, quando apresentados em suas formas, são representações dessas ideias.

Por outro lado, a Matemática contribui muito para ajudar o entendimento de fatos e fenômenos das outras ciências, constituindo-se assim numa ferramenta importante para a compreensão. Porém, com isso, às vezes perde sua identidade, pois ela passa a ser uma ciência coadjuvante.

Ainda nas Ciências, muitos fatos ou fenômenos ocorrem de maneira única na nossa vida, pois são normalmente analisados e estudados à medida que são notados e surgidos. Mesmo teorias e ou produtos são criados e logo são substituídos por outros, inteiramente novos, descartando-se os antigos. A evolução tecnológica é um exemplo disso.

Mas, quando se trata das ideias, como no caso da Matemática, é comum elas ressurgirem, em contextos diferenciados, serem retomadas, adaptadas e/ou reinventadas.

Por isso, encontramos naturalmente temas surgidos na Idade Antiga ainda sendo estudados, analisados, observados sob outra ótica e explicados por meio de outras teorias e instrumentos. Em função disso, no nosso texto, não encontraremos necessariamente uma única sequência cronológica, mas elas serão tratadas à medida que surgirem ou que o contexto sugerir.

Ainda, enquanto educadores, temos que fundamentar nossa prática docente considerando também duas vertentes: a primeira, nos momentos em que estaremos nos reportando a aspectos de Educação Matemática, quando a discutimos enquanto componente de suporte às demais Ciências e suas inter-relações; e por outro lado, quando estamos tratando do seu entendimento independente das outras Ciências. Com isso, estaremos discutindo suas estruturas internas, ou seja, referindo-se a aspectos específicos do Ensino da Matemática.

Temos clareza que, para tratar dessas questões, é imprescindível considerar o processo evolutivo da Matemática, seja enquanto ciência ou enquanto processo educacional. Dessa forma, passaremos a contextualizar rapidamente essa evolução.

Dimensão histórica

A Matemática, seja abordada como disciplina, seja como ciência, sempre teve como estigma a presença de dualidades ou “duplas personalidades”, muitas vezes antagônicas: uma disciplina utilitarista ou desenvolvedora de ideias; empírica³⁶ ou estruturada; utilizada como linguagem ou como ciência formal; intuitiva ou lógica; pura ou aplicada; responsabilidade dos pesquisadores ou dos educadores, etc. Essas dualidades, em certos momentos, conduzem para um avanço nas suas concepções, porém, em outros casos, dificultam o processo da evolução do conhecimento matemático.

Essa discussão é muito antiga, e a história nos revela, por meio de registros, principalmente dos babilônicos, que as primeiras considerações matemáticas feitas pela humanidade originaram de simples observações provenientes da capacidade humana de reconhecer configurações físicas e geométricas, pelos atos de comparar formas, tamanhos e quantidades, indicando, assim, uma Matemática de cunho utilitário e instrumental, datada de 2000 anos a.C. Esse período marcou o nascimento da Matemática como conhecimento.

Como ciência, a Matemática emergiu com a civilização grega, nos séculos VI e V a.C., quando se fundamentou de forma criadora e produtora de ideias que poderiam ser aplicadas a situações ou não. Nesse mesmo período, sob a influência dos pitagóricos e platônicos, iniciou-se a preocupação com o ensino da Matemática e de que maneira ele

³⁶ Empirista: Na *Filosofia*, *Empirismo* é um movimento que acredita nas *experiências* como únicas (ou principais) formadoras das ideias, discordando, portanto, da noção de ideias inatas. Na *Ciência*, o *empirismo* é normalmente utilizado quando falamos no *método científico* tradicional (que é originário do empirismo filosófico), o qual defende que as teorias científicas devem ser baseadas na observação do mundo, em vez da intuição ou da fé, como lhe foi passado. O termo tem uma etimologia dupla. A palavra latina *experientia*, de onde deriva a palavra “experiência”, é originária da expressão *grega* εμπειρισμός. Por outro lado, deriva-se também de um uso mais específico da palavra *empírico*, relativo aos *médicos* cuja habilidade deriva da experiência prática e não da instrução da teoria.

poderia instigar e desenvolver o pensamento humano. O ensino oferecido, na época, se destinava necessariamente à formação dos filhos da nobreza.

No decorrer do tempo, a Matemática, nesse círculo, foi se distanciando das questões práticas e tornando-se uma Matemática abstrata, em que as ideias buscavam justificar tanto a origem como a estrutura e a ordem no Universo, envolvendo tanto questões naturais como sociais, analisadas por conceitos e relações matemáticas. Essa foi a base racional estabelecida para a disciplina Matemática, que promoveu a sistematização das matemáticas consideradas estáticas, ou seja: aritmética, geometria, álgebra e trigonometria, até meados do século XVII d.C.

O uso de práticas pedagógicas no ensino de Matemática, no entanto, desenvolveu-se e foi popularizado a partir do século V a.C. pelos sofistas³⁷, cuja premissa era - usando a retórica como argumento da arte de persuasão - formar o homem político, introduzindo uma educação com caráter de intelectualidade e valor científico. Esse ensino era baseado nos conhecimentos de aritmética, geometria, música e astronomia.

Do século IV a II a.C., a tendência aristotélica era marcante e normalmente a Educação era desenvolvida de forma clássica e de caráter enciclopédico. Na Matemática, ensinada por meio de repetições e memorizações, privilegiavam-se os estudos dos números inteiros, cardinais e ordinais. A partir do século I a.C., a Matemática ficou desdobrada nas disciplinas de Aritmética, Geometria, Música e Astronomia, e o ensino das duas primeiras era fundamentado pelo pensamento euclidiano, consistindo na observância da estrutura axiomática e no rigor das demonstrações. Desse período até o século IV d.C. a aritmética, devido ao largo uso no comércio, teve uma maior liberdade de elaboração, o que facilitou e permitiu uma exposição mais completa de seus conceitos.

A Idade Média, que se iniciou por volta do século V d.C., foi considerada como a era do obscurantismo ou “idade das trevas” do conhecimento. Isso ocorreu devido ao amplo domínio que a Igreja passou a exercer praticamente em todos os setores. Com isso, o ensino passou a ser quase que exclusividade dela, incorporando um caráter tendencioso, pois, por exemplo, a Matemática era ensinada para fundamentalmente entender os cálculos do calendário, o que nessa época era ainda um grande problema, principalmente para determinar as datas religiosas e garantir a coerência com os textos sagrados. O caráter empírico da Matemática e as suas aplicações praticamente não eram considerados importantes.

Nessa mesma época, no entanto, povos como árabes, chineses, hindus e persas, conhecidos como orientais, tiveram produções importantes, avançando principalmente no campo do conhecimento algébrico.

³⁷ Sofistas: Historicamente o termo sofista, no seu primeiro e mais comum significado, é equivalente ao *paralogismo matemático*, que é uma demonstração aparentemente rigorosa que, todavia, conduz a um resultado nitidamente absurdo. Atualmente, no uso frequente e do senso comum, sofisma é qualquer *raciocínio* caviloso ou falso, mas que se apresenta com coerência e que tem por objetivo induzir outros indivíduos ao erro mediante ações de má-fé. *Sofisma*, em *Filosofia*, é um *raciocínio aparentemente válido*, mas inconclusivo, pois é contrário às suas próprias leis. Também são considerados sofismas os raciocínios que partem de premissas verdadeiras ou verossímeis, mas que são concluídas de uma forma inadmissível ou absurda. Por definição, sofisma tem o objetivo de dissimular uma ilusão de verdade, apresentando-a sob esquemas que parecem seguir as regras da lógica.

Com a consolidação do sistema feudal, efetivou-se o surgimento das escolas e a organização dos sistemas de ensino. Com isso, necessitava-se melhor estruturar os serviços e profissões para atender aos seus senhores. Embora a maior atenção fosse dada ao ensino do latim, o ensino da Matemática foi permitido, e incentivado o aspecto empírico. Entre os séculos X e XV, ainda sob a base aristotélica, as discussões filosóficas eram desenvolvidas nas primeiras universidades recém-criadas e contribuíram para o desenvolvimento da Matemática especulativa ou das constatações empíricas. Isto é: partia-se da premissa de que, se algo já foi constatado, não há mais necessidade de ser verificado, admitindo-o como verdade.

Após o século XV, a expansão das atividades mercantis, impulsionadas principalmente pelas navegações além das costas continentais, pelos avanços tecnológicos (bússola, conservação de alimentos, etc.), proporcionou uma corrida pelas expansões territoriais. Foi fundamental também o início das atividades industriais, que provocou a grande migração do campo para as cidades. Com isso, desencadearam-se novas e importantes descobertas, principalmente na Matemática, pois o ensino nas escolas voltou-se para o desenvolvimento de atividades práticas, uma vez que a sociedade necessitava de profissionalização e desenvolvimento de funções especializadas, incentivando-se a experimentação como estratégia de ensino.

Dessa maneira, no século XVI, com o surgimento da geometria analítica e da geometria projetiva, que desencadearam amplamente o movimento renascentista, bem como o avanço do cálculo diferencial e integral, a teoria das séries e a das equações diferenciais fizeram o conhecimento matemático alcançar um novo período de sistematização, que não era mais estático ou instrumental, mas de grandezas variáveis. As descobertas matemáticas desse período foram fundamentais e responsáveis por um grande progresso científico e econômico aplicado na construção, aperfeiçoamento e uso produtivo de máquinas e equipamentos, tais como relógios, armamentos, imprensa, moinhos de vento e embarcações.

Era a consolidação das engenharias, em que o valor da técnica determinou uma concepção mecanicista de mundo, de modo que os estudos se concentraram, sobretudo, nas Matemática Aplicadas e Pura, que amplamente contribuíram para a modernização das manufaturas e para o atendimento às necessidades técnico-militares. Dessa forma, o ensino da Matemática e as escolas desse período tinham como função preparar os jovens para exercerem atividades ligadas a comércio, arquitetura, música, geografia, astronomia, artes da navegação, medicina e da guerra.

Foi nessa época que chegaram ao Brasil, com os jesuítas, as primeiras iniciativas educacionais, que criaram colégios católicos, trazendo uma educação de caráter clássico-humanista, sem destaque para as práticas pedagógicas, pois, enquanto Brasil - colônia, não havia ainda a necessidade da formação técnica necessária ao início da industrialização.

No século XVII, a Matemática desempenhou papel fundamental para a comprovação e generalização de resultados. Surgiu a concepção de lei quantitativa, que foi aplicada ao conceito de função e do cálculo infinitesimal. Esses elementos caracteri-

zaram as bases da Matemática como são conhecidas hoje e que são basicamente e inicialmente estudadas no Ensino Médio e nos cursos de graduação. Nesse mesmo contexto das relações quantitativas, que auxiliou muito a explicação dos fenômenos de movimento mecânico e manual, proliferaram a criação e o uso de máquinas industriais e artefatos mecânicos, em função da incorporação desses novos elementos aos estudos da Matemática. Como na Europa, o ensino era ainda gerenciado por colégios, na sua maioria religiosos. Essa evolução originada dos conceitos matemáticos que estavam em evidência na sociedade era desconsiderada nos seus programas educacionais.

As revoluções Francesa e Industrial desencadeadas no século XVIII foram marcadas pelo início da intervenção estatal na Educação. Assim, a pesquisa matemática destinou-se a atender aos processos da industrialização, uma vez que se tornou fundamental colocar à prova as teorias matemáticas criadas, ou seja, era preciso rigor nos métodos, pois as leis matemáticas não poderiam falhar nos diversos ramos da atividade humana. Nesse mesmo período, com a intensificação das diferenças entre classes sociais, a pedagogia também tendeu a proporcionar uma educação diferenciada, conforme a classe social. Com isso, iniciaram-se estudos que abordavam de maneira mais específica uma educação tecnicista e a abordagem das ciências físicas, para melhor entender os fenômenos que a cada instante se desvelavam.

No Brasil, necessitava-se formar engenheiros, geógrafos e topógrafos para trabalhar em minas, abertura de estradas, construções de pontes, portos, canais, fontes e calçadas, além das técnicas militares. Necessitava-se, portanto, de um ensino de Matemática de caráter técnico, também influenciado pelos fatos políticos que ocorriam na Europa. Do final do século XVI ao início do século XIX, o ensino da Matemática foi desdobrado sempre em aritmética, geometria, álgebra e trigonometria. Estudava-se muito por meio de aplicações simuladas e resoluções de problemas envolvendo essas áreas. Com a chegada da Corte Portuguesa ao Brasil, em 1808, enfatizaram-se mais os cursos militares com fortes características técnicas, e houve o desmembramento dos conteúdos em *Matemática elementar*, que equivalia desde o primário até o Ensino Médio de hoje e *Matemática superior*.

No desenvolvimento matemático do século XIX, as relações que expressam formas e quantidades evoluíram muito. Esse movimento designado como “era das matemáticas contemporâneas” foi importante, pois nele ocorreram: a formalização e axiomatização³⁸ da aritmética, os avanços nos fundamentos da Matemática e da análise, nos sistemas de teorias, nos resgates e reanálise de problemas históricos, filosóficos, lógicos, aprofundados e finalmente equiparados à formalização realizada na Geometria por Euclides, praticamente dois milênios antes. Nesse mesmo século, com Lobachevsky, Riemann, Bolyai e Gauss ocorreram as sistematizações das geometrias não-euclidianas.

Em meio de uma constante ebulição científica e tecnológica, no final do século XIX e início do século XX, foram realizadas pesquisas que detectaram preocupações relati-

³⁸ Axiomatização: Estrutura de premissas imediatamente evidentes por si mesmas: organizadas de maneira clara e incontestável. Por exemplo: na obra *Os Elementos*, Euclides ficou conhecido por ter conseguido estruturar a geometria, ou seja, ter conseguido estruturar a geometria, ou seja, axiomatizar a geometria.

vas ao ensino da Matemática na perspectiva de tentar entender como ocorre a relação da produção do conhecimento entre seres humanos. Isso se traduziu em discussões realizadas em encontros internacionais de matemáticos, os quais já elaboravam propostas com a preocupação pedagógica de como se aprender.

Essas discussões contribuíram para a caracterização da Matemática como disciplina escolar e deram início à tarefa de transferir para a prática docente os ideais e exigências advindos das revoluções do século anterior, pois, com a instalação de fábricas e indústrias nas cidades, criou-se um novo cenário sociopolítico-econômico que, em conjunto com as ciências modernas, fez surgir uma nova forma de produção de bens materiais: a produção em série, idealizada e divulgada por Henry Ford.

Muitas atividades humanas foram substituídas por máquinas, o que acarretou maior densidade urbana, surgimento de novas classes de trabalhadores e novas necessidades educacionais. No ensino da Matemática, definia-se qual a Matemática mínima e necessária para aquela atividade (função/profissão) específica.

A partir de meados do século XX e início do século XXI, com o surgimento de novas tecnologias aliadas às novas necessidades, mudou-se a abordagem desenvolvida no ensino: o conhecimento, as relações e as funções não são mais lineares, disciplinares, estáticas e previsíveis. Torna-se necessário que o ensino, de um modo geral, e também da Matemática, seja mais dinâmico, autônomo e que permita ao estudante uma crescente expansão e adequação do seu conhecimento ao seu contexto de vida.

O ensino brasileiro, durante mais de duzentos anos, foi dominado quase que exclusivamente pelos padres da Companhia de Jesus. Nesse período, o ensino nas escolas secundárias seguia a tradição clássico-humanista³⁹. Havia uma hostilidade por parte dos jesuítas em relação à Matemática, pois eles consideravam-na uma ciência especulativa, como Geometria, Astronomia e Física e de entretenimento, sobremaneira vã. Tais conhecimentos eram tidos como estéreis, infrutíferos e inúteis por si mesmos.

Com a expulsão dos jesuítas, houve um desmoronamento do sistema educacional brasileiro, restando poucos centros educacionais, a maioria dirigida pelas ordens religiosas.

Criaram-se, então, as “aulas régias”, denominação atribuída às aulas de disciplinas isoladas, que tinham como objetivo preencher as lacunas deixadas pela eliminação da estrutura escolar jesuítica. Com isso, houve a possibilidade de introdução de novas disciplinas, dentre elas Aritmética, Álgebra e Geometria. Só no final do século XVIII é que surgiram no cenário escolar do Brasil “as Matemáticas⁴⁰”.

Um dado pitoresco que podemos citar é a pouca frequência com que as aulas de Matemática eram realizadas, devido, principalmente, a poucos professores em atuação. Nessa época, havia duas vagas para as cadeiras de Matemática, uma de Geometria e outra de Aritmética (para a primeira não havia professor e para a segunda, estudantes

³⁹ Ensino baseado apenas nas humanidades clássicas, que teria como disciplinas: a retórica, as humanidades e a gramática, ficando as ciências reservadas para os estudos superiores.

⁴⁰ Denominação dada à “aritmética, geometria e álgebra”.

matriculados). Esse problema persistiu até 1834. A situação nas demais províncias era preocupante, pois, das 13 vagas para Geometria apenas duas estavam ocupadas. Apesar da pouca frequência e adesão às “aulas régias”, especialmente as consideradas “modernas”, como as Matemáticas, essas novas tendências produziram algum efeito na educação brasileira. Um desses efeitos foi a criação do Seminário de Olinda, pelo bispo Azeredo Coutinho, no ano de 1800.

Azeredo, na direção do Seminário, foi um foco de irradiação das novas ideias, pois entrou em confronto ora com os defensores do ensino clássico-humanístico, ora com os defensores de uma nova tendência educacional, essa última preocupada com o desenvolvimento dos estudos científicos. Sua permanência na direção do Seminário foi curta.

Em 1837, com a criação do Colégio Pedro II, o Brasil deu um passo importante na direção de mudanças no ensino secundário brasileiro, inspirado na organização dos colégios franceses. Com sede na cidade do Rio de Janeiro, então capital do Império, apresentou um plano gradual e integral para o ensino secundário, cujo predomínio seriam as disciplinas clássico-humanistas, e os estudantes seriam promovidos por série.

Nas várias reformas pelas quais passaram os planos de estudos do colégio Pedro II, as Matemáticas estariam sempre presentes, inclusive a Trigonometria, havendo, entretanto, uma variação na quantidade de horas destinadas à mesma. No primeiro plano de estudos, a Aritmética aparecia com o seguinte quadro de aulas semanais: cinco aulas na 1ª série, cinco na 2ª série e uma aula na 3ª série. Nas duas séries seguintes o objeto de estudo era a Geometria, com aulas semanais assim distribuídas: duas aulas na 4ª série e duas aulas na 5ª série; na 6ª série era estudada a Álgebra, em seis aulas semanais, e nas outras duas séries (7ª e 8ª) as aulas semanais de Matemática aconteciam em seis e três aulas, respectivamente.

A reforma denominada Benjamim Constant, baseada no positivismo de Augusto Comte, representou uma ruptura com o ensino clássico-humanista existente no ensino secundário até então tendo a Matemática ocupado um lugar de destaque, pois era a disciplina considerada como Ciência fundamental dentro do positivismo e, para isso, seu ensino necessitava superar ainda inúmeras limitações apontadas na época.

O primeiro movimento de modernização da Matemática desencadeado a partir do 4º Congresso Internacional de Matemática, realizado em Roma no ano de 1908, teve como objetivo superar a incapacidade de conceber o conceito de variável e, portanto, o de função; o abandono do estudo quantitativo dos fenômenos naturais e refúgio nas concepções qualitativas dos fenômenos naturais; a primazia do uso da figura sobre o uso do número; a separação da Geometria e da Aritmética; a exclusão na geometria de tudo que lembrasse o movimento, o mecânico e o manual; um conceito limitado de curva, restrito a retas, circunferências e cônicas; e a tendência de fugir a tudo que viesse ligado às concepções quantitativas e dinâmicas, em particular, de um estudo quantitativo do conceito de infinito.

A partir de 1928, desponta o professor Euclides Roxo, que começaria a introduzir

ideias de modernização no Colégio Pedro II, utilizando nomes de pesquisadores de valor indiscutível, tais como Felix Klein, para se posicionar a favor das ideias modernizadoras no ensino, dentre as quais: “A fusão dos diferentes ramos da Matemática no ensino das escolas médias”, “O rigor no ensino de Matemática nas escolas médias” e “A intuição e a experiência no ensino de Matemática nas escolas médias”.

Em 1930, Francisco Campos, então primeiro ministro da Educação e Saúde Pública, acataria as ideias modernizadoras presentes na proposta do Colégio Pedro II. O objetivo era dar um caráter “eminente educativo ao ensino secundário”. Tal reforma estabeleceria definitivamente o currículo seriado, a frequência obrigatória de dois ciclos, um fundamental e outro complementar, e a exigência de habilitação neles para o ingresso no ensino superior.

Nessa reforma, proposta no decreto nº. 19890, de 1931, consolidada em 4 de abril de 1932 pelo decreto nº 21241, surgem requisitos para o ingresso no ensino superior. Hoje esse requisito de ingresso denomina-se “vestibular” ou “ENEM”. O número de aulas de Matemática foi assim distribuído: 3 aulas para as 5 séries do curso fundamental; no curso complementar 4 aulas semanais em apenas uma das duas séries para candidatos aos cursos de Medicina, Farmácia e Odontologia; e 6 aulas semanais para candidatos aos cursos de Engenharia ou Arquitetura nas duas séries do curso.

Esse quadro proposto na reforma pelo ministro Francisco Campos passaria a fazer parte do programa oficial de todas as escolas secundárias do país e havia contemplado as preocupações do ministro quanto à modernização dos conteúdos e métodos de ensino secundário, apresentado na proposta de modernização do ensino da Matemática apresentada por Euclides Roxo.

As escolas secundárias não seriam atingidas pelo movimento da escola nova (Movimento educacional com reação categórica, intencional e sistemática contra a “velha” estrutura educacional considerada artificial e verbalista), as quais continuariam no tipo de escola tradicional – um ensino livresco, sem relação com a vida do estudante, baseada na memorização e na assimilação passiva dos conteúdos.

As ideias de modernização do ensino da Matemática trouxeram elementos novos, dentre os quais podemos citar:

- trabalho em uma mesma série com os vários ramos da Matemática;
- estudo de um ramo com o auxílio de outro;
- a eliminação da forma dedutiva da Geometria euclidiana e;
- uso de elementos intuitivos.

Para concluir, de uma maneira um pouco mais sintetizada, indicamos os momentos mais marcantes e importantes da evolução da Matemática no processo educacional:

- ± 5.000 a.C.: Surge ligada às necessidades práticas impostas pelo contexto social;

- ± 3.000 a.C.: Nas civilizações orientais já era considerada uma ciência nobre, e seu ensino era reservado a membros de uma classe privilegiada;
- ± 1.500 a.C.: Está desligada dos ofícios, das atividades manuais;
- ± 600 a.C.: Tensão entre “artes manuais” e “artes cultas” intensifica-se na Grécia, especialmente pelas propostas filosóficas de platônicos e pitagóricos;
- ± 570 a.C.: Com o nascimento da Matemática racional, houve a priorização dos estudos teóricos e a desvalorização das aplicações práticas;
- ± 560 a.C.: A Matemática grega representa um primeiro rompimento com a Matemática antiga;
- ± 500 a.C.: As mudanças na Grécia influenciaram todo o desenvolvimento futuro da Matemática e do seu ensino e por isso era fundamental à formação dos indivíduos e foi incluída num ciclo normal de estudos;
- ± 450 a.C.: O valor formativo da Matemática seria reconhecido pelos pitagóricos (filósofos e sofistas);
- ± 420 a.C.: Para a arte da palavra era necessário conhecimento em todos os assuntos, inclusive sobre assuntos relativos à Matemática;
- ± 390 a.C. a 200 d.C.: A Matemática seria reconhecida por todos (sofistas e platônicos) como elemento formativo fundamental, especialmente pela sua capacidade de desenvolver o raciocínio;
- ± 200 d.C. a 800 d.C.: Na Idade Média, os estudos matemáticos quase desapareceram do Ocidente, por influência do ensino religioso;
- ± 1.100 a 1800: A Matemática, desligada dos aspectos práticos e manuais desenvolvidos na Grécia, ressurgiria associada às aplicações práticas, às artes mecânicas, à arte produtiva;
- ± 1.900: As orientações à “moderna Matemática” seriam em decorrência das necessidades impostas pelo contexto sociopolítico-econômico;
- ± 1.900: O ensino ligado à “arte culta”, baseado na proposta platônica, privilegia os estudos clássicos;
- ± 1.908: O ensino voltado ao desenvolvimento das “artes práticas” privilegia o ensino das ciências práticas, da “nova Matemática”;
- ± 1.910: Das tensões estabelecidas entre a “nova Matemática” e a ciência dos antigos origina-se o primeiro movimento de modernização do ensino de Matemática;
- ± 1.920: Com a introdução do conceito de função – elemento unificador dos vários ramos da Matemática – rompia-se uma barreira existente entre esses ramos preparando o Movimento da Matemática Moderna (MMM);

- ± 1.926: A “moderna Matemática” privilegiaria alto nível de generalização, elevado grau de abstração e maior rigor lógico;
- ± 1.935: A antiga concepção de Matemática, ciência da quantidade, culminaria com os trabalhos de Bourbaki, que objetivavam expor toda Matemática de forma axiomática e unificada, com as estruturas sendo os elementos unificadores;
- ± 1.950: Para alterar a fisionomia das escolas brasileiras, estudou-se Jean Piaget, que reforçaria a necessidade de “modernização”. O MMM foi um momento profícuo de discussão sobre o ensino da Matemática. Dentre os motivos, pode-se destacar a frequência a cursos pelos professores;
- ± 1.950: O MMM se apoia na teoria dos conjuntos, mantém o foco nos procedimentos e isola a Geometria, é considerado muito abstrato para os estudantes do Ensino Fundamental e começa a perder força;
- ± 1.958: O Movimento da Educação Matemática ganha força com a participação de professores do mundo todo organizados em grupos de estudo e pesquisa;
- ± 1.970: Educadores matemáticos e outros especialistas estudam e publicam trabalhos sobre a construção do conhecimento pelas crianças, e começam a surgir formas diferentes de avaliação.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais são lançados no Brasil em 1997 para os anos iniciais, e, em 1998, para os anos finais do Ensino Fundamental. A elaboração dos documentos é confiada aos professores integrantes do grupo de Educadores Matemáticos e consultores nacionais e internacionais. Para os especialistas, os PCNs continuam sendo o melhor instrumento de orientação para todos os professores que querem alterar sua forma de ministrar aulas, avaliar, combater o fracasso e incluir com qualidade de aprendizagem.

Os desafios perduram decorridos dez anos da publicação dos PCNs. Percebe-se que ainda são pouco conhecidos e considerados no planejamento e nas opções teórico-metodológicas utilizadas pelos professores.

No estado de Mato Grosso, o desenvolvimento da Educação Matemática não foi diferente das demais regiões brasileiras, considerando, principalmente, que todo e qualquer material didático utilizado era oriundo das regiões Sul-sudeste do país e que a maioria dos professores tinha sua formação nessas regiões. De certa maneira acompanhavam-se as orientações nacionais, porém um tanto tardiamente, devido às distâncias desses centros irradiadores e em função dos canais de comunicação que também dificultavam um intercâmbio mais rápido e dinâmico.

Mato Grosso é ainda um estado em formação e consolidação. Dessa forma, ainda temos que estruturar nossas ações tanto presentes como futuras. Torna-se imprescindível o resgate histórico do nosso ensino, pois desde seu desenvolvimento, principalmente a partir do século XVIII, os movimentos estiveram presentes e instituições educacionais se sobressaíram em termos de qualidade e muito contribuíram para a formação de personagens importantes da nossa história.

Sobre ensinar Matemática

Como a história de Mato Grosso é relativamente “curta” e muitas vezes moldada e moldurada pelo reflexo dos grandes centros do Brasil (Rio de Janeiro, São Paulo, etc.), a visão sobre os processos, técnicas, meios de ensino é muito restrita e ainda não foi pesquisada e escrita. Para melhor entender então, temos que partir da análise histórica “Mundo→Brasil→Mato Grosso” e aí tentar visualizar nossa posição e então nos preocupar em escrever e registrar nossas vivências, construindo nossa própria história.

Dessa forma, temos alguns momentos marcantes relacionados à reforma no ensino que nos remete ao processo de ensinar matemática. Matemáticos que antes atuavam como pesquisadores tornaram-se também professores e passaram a se preocupar mais diretamente com as questões fundamentais do ensino e de como ensinar. Isso os levou a não mais considerarem só as teorias matemáticas, mas em se fundamentarem em estudos filosóficos e sociológicos, buscando relações com a Psicologia para melhor compreenderem sua prática docente. Foi a partir daí que se iniciaram os grandes movimentos em prol da renovação do ensino da Matemática por todo o planeta, ocorrendo com propostas mais amplas e nacionais envolvendo os vários níveis de ensino em alguns países e propostas mais tímidas em outros.

A primeira grande reforma de âmbito nacional ocorreu na Alemanha em 1905, conhecida por “Meraner Reform”, tendo como principal idealizador Félix Klein⁴¹. Lá, ela foi considerada a maior e mais bem-sucedida reforma na história do ensino de Ciências e Matemática. Para isso, propôs alguns rompimentos entre a formação geral e a prática; a tradição culta e a artesanal; o desenvolvimento do raciocínio e o das atividades práticas; e a formação clássica e a técnica.

No IV Congresso Internacional de Matemática, realizado em Roma no ano de 1908, foi criada uma comissão internacional para fazer um levantamento da Educação Matemática praticada em diferentes países. Um dos membros dessa comissão era Klein, que, na ocasião, pôde contribuir com a experiência referente à “Meraner Reform”, desenvolvida na Alemanha. Assim, a experiência alemã norteou o primeiro projeto de internacionalização do ensino da Matemática.

Surgiram então as primeiras discussões sobre a Educação Matemática, não de caráter de proposta internacional, mas que ocorria por meio de grupos específicos. Em termos gerais, essas discussões previam uma indicação pela eliminação da organização excessivamente sistemática e lógica dos conteúdos específicos. A intuição era o ponto de partida para atingir a sistematização e para isso foi necessário juntar disciplinas de conteúdos específicos de Matemática com disciplinas que abordavam o caráter didático-pedagógico referentes ao seu ensino.

Essas ideias foram decorrentes de discussões realizadas nos congressos internacionais, principalmente entre 1900 a 1914.

No Brasil, foi por intermédio do Imperial Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro, que

⁴¹ Felix Klein foi professor de Matemática na Universidade de Erlangen, no Instituto Técnico em Munique e nas Universidades de Leipzig e de Göttingen

essas ideias aqui chegaram, propostas pelo professor Euclides de Medeiros Guimarães Roxo, que promoveu as discussões rumo às reformas nos programas de Matemática, defendendo com argumentos didáticos e pedagógicos a criação de uma única disciplina que agregasse o objeto de estudo abordado pela Matemática ao invés de continuar com ela desdobrada em outras disciplinas como Aritmética, Geometria, Álgebra e Trigonometria.

Ele, Euclides Roxo, representando o corpo docente de Matemática, conseguiu o parecer favorável do Departamento Nacional de Ensino e da Associação Brasileira de Educação, o que foi fundamental para que essa junção se concretizasse em 1928. Tal mudança foi consolidada pela reforma Francisco Campos, sendo repassada a todos os estabelecimentos de ensino secundário do país. Isso ocorreu num contexto de mudanças que evidenciavam o desenvolvimento da agricultura, a expansão da indústria nacional, o crescimento dos centros urbanos, logo após a Primeira Guerra Mundial.

Dessa maneira, a Educação Matemática se consolidava como concepção teórica, contrapondo-se a uma estrutura educacional que enfatizava a verbalização e um ensino artificial, fora do contexto. Essas ideias reformadoras estavam em consonância com as discussões do movimento da Escola Nova, cuja proposta evidenciava um ensino orientado por uma concepção empírico-ativista, valorizando os processos de aprendizagem, a participação do estudante em resolução de problemas, atividades de pesquisa, jogos e experimentos, além de atividades lúdicas.

Essa visão da Matemática como disciplina num formato mais completo e integral promoveu a formulação da metodologia do ensino da Matemática na Reforma Francisco Campos, em 1931, resultando numa expansão da produção de materiais didáticos, muito fomentado até meados de 1980, que tinha como objetivo desenvolver a criatividade, os interesses individuais e as potencialidades do estudante, centro do processo educativo, tendo o professor como orientador ou mediador desse processo.

Outro movimento para internacionalizar uma proposta de ensino da Matemática ocorreu quase 50 anos depois do primeiro, em 1905. Um novo programa de ensino foi elaborado por matemáticos com o intuito de apresentar uma nova Matemática escolar que buscasse diminuir as distâncias entre o saber dos matemáticos e aquele proposto pelos currículos escolares. Esse programa ficou conhecido como Movimento Matemática Moderna (MMM).

Esse movimento foi uma proposta internacional que procurou agregar ideias e experiências de muitos matemáticos, educadores e psicólogos de diversos países que, na década de 1950, já estavam propondo reformas do ensino em âmbito nacional. No entanto, mesmo unindo as melhores ideias e propostas, essa reforma internacional não durou muito. São poucas as análises relacionadas a esse movimento, principalmente de caráter histórico-comparativo.

Fiorentini & Lorenzato (2006) informam que a origem desse movimento está associada, de um lado, como consequência da Guerra Fria entre Rússia e Estados Unidos e, de outro, como resposta à constatação, depois da 2ª Guerra Mundial, de uma defasagem

entre o progresso científico-tecnológico e o currículo escolar vigente na época. Esse movimento desencadeou a formação de muitos grupos de pesquisa agregando matemáticos, educadores e psicólogos. Um dos grupos de destaque é o americano denominado de School Mathematics Study Group, responsável pela publicação de livros didáticos e pela divulgação do ideário modernista também em outros países, inclusive no Brasil.

O fato de o Movimento da Matemática Moderna (MMM) ter fracassado mundialmente (*como apontaram os estudos desenvolvidos por Morris Kline, que resultou na publicação, em 1976, do livro intitulado: “O fracasso da Matemática Moderna”*) não pode permitir esquecer que esse movimento desencadeou outras mudanças na época, atualmente ainda em vigor, tais como a criação de um sistema único de ensino da Matemática, único, de uma sistemática de formação contínua de professores e a possibilidade de realizar trabalhos de forma interdisciplinar. Esse movimento gerou inquietações em muitos pesquisadores de diferentes países, sendo foco de investigações e de publicações de muitos artigos. Apesar do seu abandono, o fato mais importante é que ele está associado à criação da Educação Matemática como área de conhecimento.

Paralelamente, outras tendências também surgiram e influenciaram o ensino da Matemática no Brasil. Fiorentini (1995) apontou as principais tendências: formalista clássica, formalista moderna, tecnicista, construtivista, socioetnocultural e histórico-crítica.

A *formalista clássica* foi seguida até o final da década de 1950 e baseava-se no modelo axiomático euclidiano e na concepção platônica de Matemática e preconizava a sistematização lógica e uma visão estática, a-histórica e dogmática do conhecimento matemático – o conhecimento pelo conhecimento – a preocupação era o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo. A aprendizagem era centrada no professor, que tinha o papel de transmissor e expositor do conteúdo e do desenvolvimento teórico da disciplina. O ensino era livresco e valorizava muito o “esgotamento” dos conteúdos. Para os estudantes a aprendizagem evidenciava a memorização e a repetição precisa de raciocínios e procedimentos.

Após 1950, seguindo a onda do Movimento da Matemática Moderna, observou-se a tendência *formalista moderna*, que valorizava a lógica estrutural das ideias matemáticas, fortalecendo uma abordagem “internalista” da Matemática. O ensino continuava centrado no professor, cuja função era demonstrar os conteúdos em sala de aula, enfatizando o uso preciso da linguagem matemática, o rigor e as justificativas das transformações algébricas por meio das propriedades estruturais.

Dessa forma, pretendeu-se uma matemática escolar orientada pela lógica, pelos conjuntos, pelas relações, pelas estruturas matemáticas e pela axiomatização. Essa abordagem não conseguiu ser consolidada e muitas críticas surgiram e foram debatidas no campo da Educação Matemática.

Esse período de surgimento dessa tendência *formalista moderna* foi importante para o Brasil, pois estudos e debates sobre a renovação pedagógica foram responsáveis pela consolidação de alguns grupos de estudos, como o de Estudos do Ensino da Matemática (Geem), em São Paulo; o Núcleo de Estudos de Difusão do Ensino da Matemática

tica (Nedem), no Paraná; o Grupo de Estudos do Ensino da Matemática de Porto Alegre (Geempa), no Rio Grande do Sul; e o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (Gepem), do Rio de Janeiro.

A maioria desses grupos atuou e foi precursora por vários períodos. Ainda como reflexo desse movimento nacional de formação de grupos, posteriormente, a partir de 1980, em Mato Grosso, na UFMT, seguindo em parte essa tendência, criou-se o NAEC (Núcleo de Apoio ao Ensino de Ciências) e posteriormente o GEPEMAT-Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação Matemática, que ainda é atuante no Estado.

Com o regime militar brasileiro em 1964 e a implantação basicamente paralela à *formalista moderna*, surgiu a tendência pedagógica *tecnicista*, que tinha a função de manter e estabilizar o sistema de produção capitalista, preparando o indivíduo para ser útil e servir ao sistema. A pedagogia tecnicista não se centrava no professor ou no estudante, mas, sim, nos objetivos instrucionais, nos recursos e nas técnicas de ensino. Enfatizava-se muito a memorização de princípios e fórmulas, o desenvolvimento e as capacidades de manipulação de algoritmos e expressões algébricas e de resolução de problemas. Os conteúdos mínimos, indicados por especialistas do Ministério da Educação, eram sugeridos nos livros didáticos e havia a produção de *kits* de ensino, jogos pedagógicos, recursos audiovisuais e manuais pedagógicos de orientação.

De forma concomitante, entre 1960 e 1970, começou a surgir a tendência *construtivista*, que possibilitou fundamentar a discussão do ensino da Matemática na década de 1980. O conhecimento matemático era obtido a partir de ações interativas e reflexivas dos estudantes no ambiente ou nas atividades pedagógicas. Tendo a Psicologia como o núcleo central da orientação pedagógica, a Matemática era vista como uma construção constituída por estruturas e relações abstratas entre formas e grandezas, dando mais ênfase ao processo e menos ao produto do conhecimento. Era valorizada muito a interação entre os estudantes e o professor, desencadeadas entre momentos de ações interiorizadas individualmente e reflexões coletivas.

Em função da discussão sobre a ineficiência do Movimento Modernista, apesar de ele ter gerado diversos grupos de pesquisas em ensino, começou a surgir a tendência pedagógica *socioetnocultural*, que valorizava os aspectos socioculturais da Educação Matemática, tendo sua base teórica e prática alicerçada na Etnomatemática.

Com isso, o conhecimento matemático passou a ser tratado como saber prático, relativo àquele objeto de estudo, não-universal (condicionava-se a um único e particular estudo de caso) e é ainda dinâmico, produzido histórica e culturalmente nas diferentes práticas sociais e podia aparecer sistematizado ou não ou ainda recair num estudo de modelagem matemática. A relação professor-estudante, normalmente dialógica⁴², atendia sempre à iniciativa dos estudantes, tendo como ponto de partida problemas significativos extraídos do seu contexto sociocultural.

O momento de abertura política no país, na década de 1980, foi palco do auge

⁴² Privilegia a troca de conhecimentos entre ambos: professor e estudante

das discussões e consolidação da tendência *histórico-crítica*, formulada também nos inúmeros indicativos publicados pelo Governo Federal, que, por sua vez, concebe a Matemática como um saber vivo e dinâmico, construído historicamente para atender às necessidades não só sociais, como também ao desenvolvimento de ideias e teorias.

Nessa tendência, a aprendizagem da Matemática não consiste apenas em desenvolver capacidades, como calcular e resolver problemas ou fixar conceitos pela memorização ou listas de exercícios, como ainda se apresenta hoje em dia, uma Matemática mais de cunho *instrumental*, mas também criar estratégias que possibilitem ao estudante atribuir sentido e construir significado às ideias matemáticas, de modo a tornar-se capaz de estabelecer comparações, justificativas, analisar, discutir, criar, perceber e utilizar-se de relações. Enfim, praticar uma Matemática mais *relacional*! Porém, o fundamental ainda é não se valer de uma em detrimento da outra: nem só instrumental nem só relacional, mas proporcionar uma verdadeira complementaridade entre ambas; unir a capacidade com a criatividade; identificar técnicas e conceitos já existentes, novas ideias de aplicações e possibilidades, etc.

Nessa tendência, a ação do professor é articular o processo pedagógico, a visão de mundo do estudante e suas opções diante da vida, da história e do cotidiano. Diante disso, a antiga sequenciação de conteúdos e o trabalho para seu esgotamento nas salas de aulas perderam o sentido.

Percebem-se, hoje, também mudanças desencadeadas nos processos de seleções, concursos e vestibulares que estão privilegiando questões que exigem mais raciocínio que memorização e mais integração entre áreas e disciplinas que cobranças de conteúdos específicos.

É coerente, pois abandonarmos o trabalho estático, em série, e o conhecimento especializado, presentes na teoria Fordista para, enfim, vivermos num momento de multiplicidade de visões, de ações e de comportamentos.

A grande questão é que: Ensinar Matemática não é pura e simplesmente uma receita a ser seguida linearmente. Podemos ver na própria história do Ensino da Matemática que das inúmeras tendências existentes desenvolvidas e em desenvolvimento, além das relatadas, elas possuem pontos tanto positivos como negativos. É função nossa, enquanto educador, conhecer todas e decidir se utilizar das vantagens de cada uma, seja considerando o contexto que estamos vivenciando, os estudantes que estamos trabalhando e, principalmente, tendo a clareza de qual objetivo quero alcançar juntamente com a qualidade do produto a ser obtido. Esta é uma questão de coerência e consciência!

O que se espera ao atuar com o Ensino da Matemática

A escola que tem como propósito preparar o estudante para um aprendizado permanente e com isso prepará-lo para a vida precisa ainda refletir sobre o significado e importância das capacidades que possam ser desenvolvidas para decidir quais delas fomentar e desenvolver, da mesma forma como e em que disciplinas devem ser exploradas. Para isso, professor, é necessário compreender e delinear sua proposta de atuação, aproximando-a das ações e das possibilidades características dos afazeres escolares.

Nesse sentido, algumas ações devem ser planejadas para desenvolver essas capacidades no âmbito da Matemática e das demais áreas do conhecimento, explicitando o que o estudante seja capaz de desenvolver em cada uma delas.

REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

- Reconhecer e utilizar símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem Matemática;
- Identificar, transformar e traduzir adequadamente valores e unidades básicas apresentadas através de diferentes formas.
- Ler e interpretar dados ou informações apresentadas em diferentes linguagens e representações;
- Traduzir uma situação dada em determinada linguagem para outra;
- Selecionar diferentes formas para representar um dado ou conjunto de dados e informações reconhecendo as vantagens e limites de cada uma delas.
- Ler e interpretar diferentes tipos de textos com informações apresentadas em linguagem matemática;
- Acompanhar e analisar os noticiários e artigos relativos à ciência em diferentes meios de comunicação.
- Expressar-se com clareza utilizando a linguagem matemática;
- Produzir textos analíticos para discutir e sistematizar formas de pensar, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem matemática;
- Expressar-se de forma oral para comunicar ideias, aprendizagens e dificuldades de compreensão.
- Compreender e emitir juízos próprios sobre informações relativas à ciência e tecnologia, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara e consistente.

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

- Identificar os dados relevantes em uma dada situação-problema para buscar possíveis soluções;
- Identificar as relações envolvidas e elaborar possíveis estratégias para enfrentar uma dada situação-problema;
- Frente a uma situação ou problema, reconhecer a sua natureza e situar o objeto de estudo dentro dos diferentes campos da Matemática.
- Identificar regularidades em situações semelhantes para estabelecer regras, algoritmos e propriedades;
- Reconhecer a existência de invariantes ou identidades que impõem condições a serem utilizadas para analisar e resolver situações-problema;
- Identificar transformações entre grandezas ou figuras para relacionar variáveis e dados;
- Perceber as relações e identidades entre diferentes formas de representação de um dado objeto;
- Reconhecer a conservação contida em toda igualdade, congruência ou equivalência;
- Identificar e fazer uso de diferentes formas e instrumentos apropriados para efetuar medidas ou cálculos;
- Identificar diferentes formas de quantificar dados numéricos para decidir se a resolução de um problema requer cálculo exato, aproximado, probabilístico ou análise de médias;
- Fazer previsões e estimativas de ordens de grandeza de quantidades ou intervalos esperados para os resultados de cálculos ou medições;
- Compreender a necessidade de fazer uso apropriado de escalas.
- Interpretar, fazer uso e elaborar modelos e representações matemáticas para analisar situações;
- Construir uma visão sistematizada das diferentes linguagens e campos de estudo da matemática;
- Compreender a Matemática como ciência autônoma que investiga relações, formas e eventos e desenvolve maneiras próprias de descrever e interpretar o mundo;
- Adquirir uma compreensão do mundo da qual a Matemática é parte integrante;
- Reconhecer relações entre a matemática e outras áreas de conhecimento.

CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCULTURAL

- Compreender a construção do conhecimento matemático como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época;
- Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia associado a campos diversos da Matemática;
- Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento matemático no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história.
- Compreender a Matemática como parte integrante da cultura contemporânea;
- Perceber a dimensão da Matemática e da ciência em espaços específicos de difusão e mostras culturais;
- Compreender formas pelas quais a Matemática influencia nossa interpretação do mundo atual.
- Acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo;
- Compreender a responsabilidade social associada à aquisição e uso do conhecimento matemático;
- Conhecer recursos, instrumentos e procedimentos econômicos e sociais para posicionar-se, argumentar e julgar sobre questões de interesse da comunidade;
- Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente.

EIXOS ARTICULADORES: uma proposta alinhada com as Orientações Curriculares Nacionais e PCN+ para o Ensino Médio

É consenso que a maioria das disciplinas possui objetos de estudos bem definidos. Observemos alguns casos: tanto a física como a química, a biologia e as demais ciências identificadas como naturais possuem objetos ou *fenômenos* que podem ser estudados: “queda” de um raio, reações entre substâncias, características de plantas, comportamento dos seres vivos, etc. Na Geografia, na História, na Filosofia e em outras ciências identificadas como sociais encontramos *fatos* que podem ser pertinentes a essas áreas de conhecimentos, tais como acontecimentos históricos, comportamentos sociais, identificação de atividades econômicas, etc. Nessa ótica, **na Matemática, os nossos objetos não são extraídos da realidade imediata, mas são frutos do desenvolvimento de ideias, representações e relações. É muito mais um produto da mente humana, desenvolvido em forma de ideias.**

Dessa forma, no aspecto educacional, a Matemática se coloca como agente na

produção do conhecimento em dois tipos de atuação diferenciados. **Como linguagem, atua como instrumento de apoio no estudo e na compreensão das ações desenvolvidas pelas outras ciências, colaborando em atividades de estimativas, medições, comparações, estruturações, representações, organizações, comunicações, comprovações**, lógica, análise, etc. Como *ciência*, a Matemática tem a preocupação de desenvolver suas estruturas cognitivas, demonstrações, justificativas, axiomas, provas, estruturas lógicas, relações internas e externas, etc.

É essa uma das dualidades que o professor de Matemática tem que enfrentar no seu dia-a-dia.

Considerando as especificidades do estado de Mato Grosso, seja pela extensão territorial, localização e características geográficas, climatológicas, disponibilidades e necessidades energéticas, formação, ocupação e problemas decorrentes do processo de ocupação, formas de produção, comercialização, inserção de técnicas e tecnologias específicas para seu desenvolvimento e os impactos sociais, culturais e ambientais causados por esse comportamento humano.

Fica aparente a indicação e sugestão de eixos temáticos que permitam um desenvolvimento interdisciplinar, no qual a Matemática teria, em qualquer momento a ser ensinada, oportunidade de contribuir para uma melhor compreensão de estudos surgidos através de desenvolvimento de pesquisas, temas geradores, estudo de casos, resolução de problemas, complexos temáticos, projetos de trabalho, unidade temática, projetos integrados, etc.

No uso dessas metodologias é preciso que se envolvam temas transversais como *Conforto Térmico, Sexualidade, Energia, Agronegócio & Impactos Ambientais*. Essa seria uma grande contribuição que o lado relacional da Matemática teria a oferecer com o desenvolvimento de temáticas interdisciplinares.

CONFORTO TÉRMICO: Algumas contribuições da Matemática para a área

Conforme já vimos na área de Química, temos muitos incômodos devido às cidades apresentarem altíssimas temperaturas (uma das maiores do Brasil), que causam muitos incômodos, afetando, por vezes, até a saúde. Portanto, o conhecimento sobre como garantir o conforto térmico é fundamental aos habitantes desse Estado.

Mas, do que depende o conforto térmico humano? Se isso basear-se em estudos sobre moradia, quais as dimensões ideais que um ambiente/moradia deveria ter para amenizar o desconforto. Como planejar uma arborização externa que melhore as condições? **As construções mais baixas (que economizam em materiais e mão-de-obra) são próprias para nós? A utilização da geometria com aplicações em maquetes poderia nos ajudar a tomar melhores decisões.**

Inúmeros outros processos de cálculos seriam úteis para permitir a previsão e visualização das características de escoamento do ar e da distribuição de temperatura nos diversos ambientes, da distribuição de umidade do ar, do transporte de contaminantes,

dos vários tipos de sombreamentos que podemos considerar e qual a área mínima para melhorar o ambiente que o homem ocupa.

Outro aspecto importante é buscar compreender como os instrumentos que medem o tempo funcionam, seus princípios básicos, entender como são feitas as coleta e análise dos dados, a construção e interpretação dos gráficos de variação e como transpor essas informação em mapas geográficos e climatológicos.

Estudos outros podem ser desencadeados buscando relação com a área de saúde, procurando entender os problemas decorrentes dessas variações e condições térmicas produzidas naturalmente ou provocadas pelo próprio homem.

Dados a serem obtidos nos setores de saúde sobre ocorrências de problemas decorrentes dessas variações climatológicas acarretadas de consequências de alastramento de epidemias (dengues, malárias, etc), propiciam à Matemática poder ajudar a entender e conscientizar-se da realidade e propor estimativas de controle e/ou evolução dessas doenças.

Como já foi comentado, essa temática é ampla e complexa e deve ser trabalhada em conjunto com as demais disciplinas, inclusive com outras áreas do conhecimento. A matemática pode proporcionar uma excelente ferramental para isso.

SEXUALIDADE: Outros exemplos de contribuições da Matemática para a área.

São inúmeras as questões levantadas sobre “o que é de competência de quem?” Quem vai trabalhar a ética e a sexualidade? Por exemplo, haverá um professor especializado no assunto ou todos terão que ter noções destes temas⁴³?

Na concepção do MEC os conteúdos tradicionais continuam sendo o eixo articulador do currículo escolar e por onde perpassam os outros assuntos. Neste sentido, tanto se tem uma forma de se conceber que o professor de Matemática vai ter que também trabalhar a sexualidade a partir do seu conteúdo como também pode ter uma forma de criar aulas específicas destes conteúdos dentro da sala de aula.

Mas aí indica que o professor teria que ser polivalente, dar aula de Matemática, sexualidade, ética e saúde também? Muitas escolas poderão preferir contratar um professor para dar aula de educação sexual, por exemplo. Só que isso seria continuar dissociando o conhecimento das demais, como se a Matemática fosse o fim da Educação. Essa concepção deve propor então um giro na concepção da educação onde o fim da educação, em vez de ser Matemática, a Biologia, a Física, como queria a cultura grega, para que passe a ser a **cidadania, o respeito às pessoas**, etc.

Podemos atingir isso através da Língua Portuguesa, da Matemática. Isso seria uma inversão de paradigmas que devemos acreditar que deveria acontecer, apesar de muitos professores acharem não estar preparados para isso.

⁴³ Na Orientações Curriculares da Diversidade da Educação Básica do Estado de Mato Grosso - Educação em Direitos Humanos (EDH), Diversidade Sexual (DS) e Equidade de Gênero (EG).

Sabemos que o difícil é mudar a cabeça das pessoas, é fazer o professor trabalhar o seu conteúdo a partir do cotidiano do estudante, pois não temos ainda muitos exemplos de referência dessas experiências. Um exemplo bem simples de atingir isso seria, por exemplo, pegar uma conta de luz para trabalhar Matemática, quando a partir daí eu posso discutir a cidadania com base nos cálculos de reajuste e como isso interfere na minha vida.

A partir da observação do ambiente escolar, percebemos que o fator “sexualidade” está “impregnado no ar”, hormônios estão transbordando e a escola perde quase sempre a oportunidade de abordar essa temática e propor discussões realmente intensas.

A Matemática pode explorar a proliferação de doenças sexualmente transmissíveis, (estatísticas locais a serem feitas, comparando-as com as municipais, estaduais e regionais...); os números que podemos perceber no corpo humano tais como a própria geometria do corpo, os diversos ciclos e suas durações (menstruais, resistência e combate de viroses e ou doenças transmissíveis, etc.) estudar o corpo humano e as relações numéricas (temperaturas, fluídos, esforços mecânicos, fecundação, gestação, pirâmide etária, etc.), tabelinha usada como preventivo seguro? Como funciona de fato?

Outras questões poderiam ser levantadas usando enquetes para exploração das estatísticas que busquem responder questões sobre os métodos anticoncepcionais utilizados pelos jovens, que os ajude a perceber quais oferecem mais segurança; Evolução da AIDS nos diferentes grupos (jovens, homens, mulheres, homossexuais, etc.); Estatística sobre incidência de gravidez prematura entre os jovens;

A maioria desses exemplos, além de possibilitar o trabalho com estatística, pesquisa, gráficos, estudos e comportamento de funções, evoluções simples, logarítmicas e exponenciais, possibilita realizar outros estudos que possam ser correlatos ao tema, tais como: se a diferença de remuneração que encontramos entre os gêneros (homens, mulheres, homossexuais, transexuais) relacionada com os cargos exercidos antigamente comparados ao de hoje, influenciam de alguma maneira, além do modo de vida, a maneira como a sociedade está aprendendo a conviver com as diferenças e com isso está acabando/incentivando o preconceito entre os sexos?

Essas abordagens podem proporcionar uma forma de conscientização, seja na escola, dos professores e possibilitar que atinja também os pais, fazendo esse assunto voltar a ser objeto de conversa também dentro do lar e que essa temática tão cheia de “porquês e ávida de respostas” deva ser vista e tratada como algo normal e que de fato possa contribuir para uma formação integral do jovem, tanto física como psicologicamente.

Esses são alguns exemplos a serem preliminarmente sugeridos, de cunho somente ilustrativo, mas que as discussões e planejamento realmente interdisciplinares possam de fato ocorrer.

Temos que lembrar, no entanto, que a Matemática tem duas vertentes. Essa que apresentamos como sugestão é o lado utilitário da Matemática, onde ela faz relação com as demais áreas do conhecimento, que é importante, fundamental que não se aprende de forma espontânea, nem de maneira empirista ou simplesmente superficial.

Para relacionar a Matemática com as demais áreas de conhecimento é necessário que também ela seja conhecida e aprendida tendo por base suas estruturas internas (enquanto ciência). Dessa forma, temos que considerar o lado científico da Matemática, que permite resultar em estudos internos do comportamento e das relações a serem estabelecidas e que irão contribuir para descobrir e desenvolver instrumentos de cálculo, de representação, de análises para auxiliar e complementar o lado relacional desta disciplina. É a contribuição da base instrumental da Matemática para a consolidação de ideias e teorias.

Para o Ensino Médio

Nesse aspecto, os temas transversais a serem desenvolvidos para o Ensino Médio, como também indicam os PCNs, devem considerar e explorar conteúdos relativos aos temas geometria, números, álgebra, medidas e noções de estatística e probabilidade. Diferentemente de uma visão somente conteudista, essas temáticas devem ser abordadas envolvendo diferentes formas do pensar em Matemática e relacionar diferentes contextos para as aplicações, bem como a existência de razões históricas que deram origem e importância a esses conhecimentos.

Para garantir uma real motivação para o aprendizado e também evitar a quantidade excessiva de informações, é preciso fazer um recorte, analisando o que é realmente importante e fundamental para compreender o estudo ou o desenvolvimento do tema em curso. Havendo motivação por parte dos estudantes, “congela-se o tema ou a pesquisa” por mais algum tempo, o necessário para avançar ou evoluir nos conceitos, ferramentas ou na apresentação de caminhos alternativos e/ou diferenciados, para, a seguir, retornar ao tema em questão, “descongelando-o”.

Os conteúdos ou temas escolhidos devem permitir ao estudante desenvolver as capacidades descritas nos objetivos, avançando a partir do ponto em que se encontra. Dessa forma, temas selecionados, estudos de casos apresentados e os problemas propostos devem ter relevância científica e cultural, ou seja, devem ser significativos e coerentes e aproximar-se da realidade o máximo possível, não apenas simulando-a. Isso pode garantir a exploração do potencial explicativo que a Matemática possibilita e contribui para que o estudante possa construir outros conceitos relativos à ética, estética, e compreensão de mundo, etc.

Num exemplo⁴⁴, somente a apreensão das técnicas de cálculo de área e volume de alguns sólidos não é suficiente para explicar a estrutura de moléculas e cristais em forma de cubos e outros sólidos, tampouco justifica a predominância de paralelepípedos e retângulos nas construções arquitetônicas ou a predileção dos artistas pelas linhas paralelas e perpendiculares nas pinturas e esculturas. Esse deve ser o papel e a função da geometria no Ensino Médio.

No desenvolvimento das temáticas pertinentes à Matemática, deve-se procurar

⁴⁴ Apresentado nos PCN's, p. 119.

garantir a lógica, a valoração e o significado que essa aprendizagem possa ter para o estudante, além de ser coerente com a utilização dos tempos de desenvolvimento e equipamentos envolvidos e, com isso, evitar detalhamentos ou nomenclaturas excessivas. Porém, nunca se deve “aproveitar”⁴⁵ o surgimento espontâneo de um tema para usá-lo como motivo para *forçar* e explorar *toda a* sequência de conteúdos matemáticos existentes num determinado programa ou livro didático.

Um conjunto de temas que possibilite o desenvolvimento do pensamento matemático e, ao mesmo tempo, garanta uma relevância científica e cultural com uma articulação lógica das ideias e conteúdos matemáticos pode ser sistematizado nos três seguintes eixos ou temas estruturadores e estes, conseqüentemente, desenvolvidos tanto paralelamente nos três anos do Ensino Médio como integrados aos eixos interdisciplinares:

1. Geometria e medidas
2. Álgebra: números e funções
3. Análise de dados e tratamento da informação

Tema 1: Geometria e medidas

A Geometria ressalta, instantaneamente, um dos nossos sentidos: a visão. Por ela percebemos as formas naturais e construídas e é imprescindível à descrição, representação, medida e ao dimensionamento de uma infinidade de objetos e espaços, presentes tanto na vida diária como nos sistemas produtivos e de serviços.

No Ensino Médio prevê-se um trabalho mais aprimorado com o uso da Geometria, pois ela trata das formas planas e espaciais e suas representações em desenhos, planificações, modelos e objetos do mundo concreto. Para o desenvolvimento desse tema, são propostas quatro unidades temáticas:

1 Geometria plana: Em que se propõe discutir conceitos entre semelhança e congruência e as diversas formas de representações de figuras. Com isso, o estudante precisa identificar dados e relações geométricas relevantes na resolução de situações-problemas, buscar capacidades para analisar e interpretar diferentes representações de figuras planas, como desenhos, mapas e plantas de edifícios, entre outros; para saber usar formas geométricas planas para representar ou visualizar partes do mundo real; para conseguir utilizar as propriedades geométricas relativas aos conceitos de congruência e semelhança de figuras; bem como para fazer uso de medidas e escalas em representações planas.

As propriedades tratadas pela Geometria são de dois tipos e pensadas de maneiras diferentes: uma associada à posição relativa das formas, que é marcada pela relação e

⁴⁵ Valendo-se novamente do exemplo indicado nos PCNs, (pág. 120): “se o único caso de funções inversas que os alunos verão no ensino médio forem as funções exponencial e logaritmo, não há necessidade de todo o estudo sobre funções injetoras, sobrejetoras e inversíveis, assim como se o foco do estudo estiver na análise de gráficos e nas aplicações da função logarítmica, podemos questionar por que estudar cologarítmicos, característica e mantissa?”

identificação de propriedades referentes a paralelismo, perpendicularismo, intersecção e composição de diferentes formas que podem ser comprovadas e desenvolvidas apenas com régua e compasso, “sem o uso de medidas”⁴⁶. A outra tem como objetivo quantificar comprimentos, áreas e volumes, associados às medidas usuais.

Uma grande parte do trabalho com Geometria está estritamente ligado às medidas, o estudo das formas geométricas e os números que quantificam determinadas grandezas. No entanto, não basta ficar só na comprovação visual, é preciso buscar relações, e o ensino das propriedades métricas envolvendo cálculos de distâncias, áreas e volumes, isto é apenas uma parte do trabalho a ser desenvolvido.

Esse trabalho não pode desconsiderar as relações geométricas em si, pois elas são imprescindíveis para o processo de generalização ou algebrização dessas relações.

Da mesma forma, correlacionar as formas geométricas com ações de esquematização, representação ou visualização de contextos matemáticos ou de partes do mundo real é fundamental para o estabelecimento de modelos que possibilitem resolução de questões próprias da Matemática ou de outras disciplinas, fomentando capacidades de desenho, maquetes e visualização, fornecendo base para o desenvolvimento de demonstrações e argumentações lógicas, além de proporcionar elementos para auxiliá-los na resolução de problemas diversos.

2 Geometria espacial: Busca estabelecer relações com elementos dos poliedros, considerando sua classificação e representação, bem como com sólidos redondos, valendo-se das propriedades relativas à posição, além de conceitos de intersecção, paralelismo e perpendicularismo, visando inscrição e circunscrição de sólidos. Isso permite ao estudante usar formas geométricas espaciais para representar ou visualizar partes do mundo real, usando, para isso, peças mecânicas, embalagens e construções.

Uma das maiores dificuldades encontradas pelos estudantes é “enxergar” o tridimensional, por isso são fundamentais atividades que exijam dele interpretação e associação de objetos sólidos às suas diferentes representações bidimensionais, como projeções, planificações, cortes e desenhos. Assim, o estudante deve utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.

Essas ações concretas devem ainda possibilitar a compreensão do significado funcional de postulados ou axiomas e teoremas e reconhecer o valor de demonstrações para perceber a Matemática como ciência, que tem forma específica para justificar, explicar, demonstrar e validar resultados.

Todo esse processo de sistematização tem que ser desencadeado de modo que o estudante possa desenvolver esse modo de raciocínio de forma mais completa e concisa, para que essa parte teórica permita que o ensino de Geometria no Ensino Médio contemple também o estudo de propriedades de posições relativas de objetos geométricos, determine relações entre figuras espaciais e planas em sólidos geométricos, descubra

⁴⁶ cm e graus, por exemplo

e reconheça propriedades de congruência e semelhança de figuras planas e espaciais e consiga realizar, analisar e comparar diferentes formas de representações das figuras planas e espaciais, tais como desenho, planificações, construções com instrumentos e programas de computadores.

3 Métrica: Com o desenvolvimento de áreas e volumes usando estimativa, valor exato e aproximado, o estudante consegue identificar e fazer uso de diferentes formas para realizar medidas e cálculos, bem como utilizar propriedades geométricas para medir, quantificar e fazer estimativas de comprimentos, áreas e volumes em situações reais relativas, por exemplo, de recipientes, refrigeradores, veículos de carga, móveis, cômodos e espaços públicos. Com esses exercícios reais, ele consegue efetuar medições, reconhecendo, em cada situação, a necessária precisão de dados ou de resultados e estimando margens de erro.

A Geometria, na perspectiva das medidas, pode se estruturar de modo a garantir que os estudantes aprendam a efetuar medições em situações reais com a precisão requerida ou estimando a margem de erro. Os conhecimentos sobre perímetros, áreas e volumes devem ser aplicados na resolução de situações-problemas, da mesma forma que a composição e a decomposição de figuras utilizadas para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes relacionados a figuras planas ou espaciais.

Vale recordar que no Ensino Fundamental os conceitos geométricos se baseiam muito no empirismo e nas deduções informais sobre as propriedades relativas às figuras planas. Já no Ensino Médio é necessário avançar e aprofundar o desenvolvimento do raciocínio lógico, com um avanço dessas ideias, para que o estudante possa conhecer um sistema dedutivo, analisando o significado de postulados e teoremas e o valor de uma demonstração para fatos que lhe são familiares.

Não é uma receita a ser seguida por meio da memorização de um conjunto de postulados e de demonstrações, mas é o desenvolvimento da capacidade e da oportunidade de perceber como a Ciência Matemática valida e apresenta seus conhecimentos usando para isso uma linguagem estruturada. Afirmar que, matematicamente, algo é “verdade” significa, geralmente, ser resultado de uma dedução lógica, ou seja, para se provar uma afirmação (teorema) deve-se mostrar que ela é uma consequência lógica de outras proposições provadas previamente.

O processo de provar, em Matemática, seria uma tarefa impossível se houvesse a necessidade de sempre provar a afirmação anterior; é necessário estabelecer um ponto de partida sem ele o processo regressivo de provas seria infinito. Esse ponto inicial deve conter certo número de afirmações, chamadas de postulados ou axiomas, que devem ser aceitas como verdadeiras e para as quais não se exige nenhuma prova. Toda vez que um campo do conhecimento se organiza a partir de algumas verdades eleitas, preferivelmente poucas, simples e evidentes, então se diz que esse campo está apresentado de forma axiomática. É o caso da geometria euclidiana, estruturada por Euclides no ano 300 a.C., aproximadamente.

4 Geometria analítica: Por meio de representações no plano cartesiano e equações, analisando intersecção e posições relativas de figuras, o estudante consegue interpretar e fazer uso de modelos para a resolução de problemas geométricos, reconhecendo que uma mesma situação pode ser tratada com diferentes instrumentos matemáticos, de acordo com suas características. Ele também deve ser capaz de associar situações e problemas geométricos às suas correspondentes formas algébricas e representações gráficas e vice-versa, construindo uma visão sistemática das diferentes linguagens e campos de estudo da Matemática, estabelecendo conexões entre eles.

A Geometria analítica, formalizada por Descartes, além de conhecer uma forma de pensar em Matemática, compreender como esta matéria atingiu o ápice da produção instrumental, no século XVII, principalmente em função do cartesianismo, percebeu como certos momentos dessa história transformaram a Ciência e a forma de viver da humanidade.

Essa Geometria tem o papel de tratar algebricamente as propriedades e os elementos geométricos, transformando problemas geométricos em passíveis de resolução de equações, sistemas ou inequações. A construção de uma reta que passe por um ponto dado e seja paralela a uma reta dada pode ser obtida de diferentes maneiras. Se o ponto e a reta estão desenhados em papel, a solução pode ser obtida por meio de uma construção geométrica, usando-se instrumentos. Entretanto, se o ponto e a reta são dados por suas coordenadas e equações, o mesmo problema possui uma solução algébrica que pode ser representada graficamente.

Dessa forma, em vez de memorizar diferentes equações para um mesmo ente geométrico, usa-se a generalização possibilitada pela Geometria Analítica.

Isso possibilita, ainda, um excelente trabalho ao estabelecer a correspondência entre as funções de 1º e 2º grau, seus gráficos e comportamentos e a resolução de problemas que exigem o estudo da posição relativa de pontos, retas, circunferências e parábolas.

Tema 2: Álgebra: números e funções

A Álgebra, desde os primórdios da antiga Babilônia e da Grécia, emergia como importante estrutura do pensamento para o estabelecimento de generalizações. Atualmente, ela se apresenta com enorme importância como linguagem, produção e possibilidade de uma grande variedade de gráficos presentes diariamente nos noticiários e jornais, e também como instrumento de cálculos de naturezas financeira e prática. Em geral, no Ensino Médio, esse tema conduz ao estudo de números e variáveis, em conjuntos infinitos e quase sempre contínuos. Praticamente os objetos de estudo são os campos numéricos dos números reais com abordagens também nos números complexos, nas funções e equações de variáveis ou incógnitas reais. Para o desenvolvimento desse tema, são propostas duas unidades temáticas:

1 Variação de grandezas: Em que a noção de função, funções analíticas e não-analíticas, representação e análise gráfica, sequências numéricas desenvolvidas por meio de progressões e noção de infinito, uso de variações exponenciais ou logarítmicas, estudos das funções seno, cosseno e tangente, além da taxa de variação de grandezas, conteúdos fundamentais para a construção do conhecimento matemático a ser vivenciado pelo estudante do Ensino Médio. Dessa forma, o fato de reconhecer e utilizar a linguagem algébrica nas ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problemas, possibilita a construção de modelos descritivos de fenômenos e fazendo com isso conexões dentro e fora da Matemática.

É fundamental para o estudante compreender o conceito de função, associando-o a exemplos da vida cotidiana, bem como associar diferentes funções a seus gráficos correspondentes. O ato de ler e interpretar diferentes linguagens e representações envolvendo variações de grandezas auxilia na identificação de regularidades em expressões matemáticas e no estabelecimento de relações entre variáveis.

Os procedimentos básicos dessa temática se referem às atividades de calcular, resolver, identificar variáveis, traçar e interpretar gráficos, tabelas e resolver equações de acordo com as propriedades das operações no conjunto dos números reais e as operações válidas para o cálculo algébrico. Com características específicas de linguagem, utiliza-se de códigos em forma de letras e números, regidos por leis definidas em propriedades das operações, ora expandindo, ora simplificando seus termos, que são membros pertinentes às relações de igualdades ou desigualdades, o que possibilita representações e interpretações gráficas e passíveis de serem incorporadas ou estruturadas em aplicações dessas funções em contextos reais ou não.

Da maneira tradicional como os conteúdos foram hierarquizados, o ensino de funções tem, como conceitos prévios, o estudo dos números reais e da teoria de conjuntos, seus elementos e suas operações, para então definir possíveis relações e estabelecer e identificar funções como relações particularizadas. No entanto, uma vez entendido o significado para uma função, esse percurso hierarquizado não é mais necessário para o estudo e análise de outras e demais funções, que é reconhecidamente um percurso relativamente longo ao ser desenvolvido no Ensino Médio. Assim, podemos também estabelecer o conceito de função por outras vias.

O ensino pode ser iniciado diretamente pela noção de função para descrever situações de dependência entre duas grandezas, permitindo, para isso, partir de situações contextualizadas, descritas algébrica e graficamente. Toda linguagem excessivamente formal que cerca esse tema deve ser relativizada e em parte, deixada de lado, juntamente com os estudos sobre funções injetoras, sobrejetoras, compostas e modulares, a menos que haja algum interesse ou curiosidade por parte dos estudantes em conhecer esses caminhos.

A riqueza de situações envolvendo as noções e os conceitos de funções permite que o ensino se estruture referenciando-se de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. Dessa forma, os problemas de aplicação não devem

ser deixados para o final desse estudo, mas devem ser, sempre que possível, ponto de partida para o estudante aprender funções.

Vale reforçar que o ensino de função não estabelece analogias de comportamentos, portanto deve-se estar atento, olhando mais criticamente e analiticamente quando do estudo de casos especiais de funções, como o das funções exponencial e logarítmica, que são usadas para descrever a variação de duas grandezas em que o crescimento da variável independente é muito mais rápido. Isso normalmente resulta em aplicações voltadas para as áreas do conhecimento como crescimento de populações, matemática financeira, intensidade sonora, pH de substâncias e outras aplicações.

A resolução de equações logarítmicas e exponenciais e o estudo das propriedades de características e mantissas podem ter sua ênfase diminuída e até mesmo podem ser suprimidas, a menos que haja disponibilidade de tempo ou interesse por parte dos estudantes.

As ideias relativas ao estudo das sequências foram e são essenciais para o desenvolvimento da Ciência, especialmente porque permitem explorar regularidades.

É preciso garantir uma abordagem de sequências conectadas à ideia de função, na qual as relações com diferentes funções possam ser analisadas. O estudo da progressão geométrica infinita com razão positiva e menor que 1 oferece, talvez, a única oportunidade de o estudante estender o conceito de soma para um número infinito de parcelas, ampliando sua compreensão sobre a adição e tendo a oportunidade de se defrontar com as ideias de convergência e de infinito. Seu ensino é muito rico em relações construídas visualmente, pois é possível se ater à lei de formação dessas sequências e mostrar aos estudantes quais propriedades decorrem delas. Fazendo esse tipo de associação das sequências com seus respectivos gráficos e formas de representação e ainda relacionando os conceitos de sequência crescente ou decrescente aos seus correspondentes gráficos, dá-se possibilidade ao estudante de compreender melhor as ideias envolvidas na sua estruturação e comportamento, permitindo-lhe uma relação visual que não implica em memorizar informações e, sim, capacidade de interpretá-las.

2 Trigonometria: Consiste nos estudos a serem realizados no triângulo retângulo, num triângulo qualquer e a análise do comportamento na primeira volta do círculo trigonométrico. O desenvolvimento dessa temática permite ao estudante utilizar e interpretar modelos para resolução de situações-problemas que envolvam medições geodésicas, em especial, o suporte para o cálculo de distâncias inacessíveis e para construir modelos que correspondem a fenômenos periódicos. É fundamental ainda para compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana em um processo histórico e social, reconhecendo o uso de relações trigonométricas desde as mais remotas épocas e sua evolução nas diferentes épocas e contextos sociais até às contribuições relativas ao estudo das mais avançadas relações astronômicas atuais.

Apesar dessa importante contribuição, a trigonometria é normalmente apresentada desconectada das aplicações, investindo-se muito tempo no cálculo mecânico e algé-

brico das identidades e equações, deixando de considerar os aspectos importantes das funções trigonométricas e da análise de seus gráficos. O que deve ser assegurada são as aplicações da trigonometria na resolução de problemas que envolvem medições, em especial, o cálculo de distâncias inacessíveis e para construir modelos que correspondam a fenômenos periódicos. Dessa forma, o estudo deve se ater às funções seno, cosseno e tangente, com ênfase ao seu estudo na primeira volta do círculo trigonométrico e à perspectiva histórica das aplicações das relações trigonométricas.

As outras funções trigonométricas devem ser mencionadas, quando possível, em caráter de curiosidade, justificando-se apenas suas principais relações e, comportamento. O que vale frisar é sua evolução histórica e importância pelo avanço tecnológico em diferentes épocas, como é o caso do período das navegações ou atualmente, na Agrimensura, na Geodésia, na Astronomia, etc. Esse nível de atividade possibilita ainda desenvolver e aprofundar o conhecimento dos estudantes sobre números e operações, sem se desconectar dos outros conceitos, ou seja, podem-se envolver os números decimais e fracionários mantendo de perto a relação estreita com problemas que envolvem medições, cálculos aproximados e porcentagens; assim como os números irracionais devem se ligar ao trabalho com geometria e medidas, coerências entre estimativas, cálculos exatos e aproximados, tendo como referência o instrumento a ser utilizado.

Nesse mesmo bloco de conhecimento, tradicionalmente a Matemática do Ensino Médio faz a ampliação do conjunto numérico, introduzindo os números complexos. Como esse tema, isolado da resolução de equações, perde seu sentido para os que não continuarão seus estudos na área, ele pode ser tratado na parte flexível do currículo das escolas. Ele assume, no entanto, grande importância quanto ao valor do conhecimento histórico e ao desenvolvimento de um dos grandes paradigmas que acompanharam e incomodaram a evolução da Matemática, que foi como caracterizar e entender os números imaginários.

Temos ainda, com relação à álgebra, o estudo de equações polinomiais e de sistemas lineares. Esses dois conteúdos devem receber um tratamento que enfatize sua importância cultural, isto é, estender os conhecimentos que os estudantes possuem sobre a resolução de equações de primeiro e segundo grau e sobre a resolução de sistemas de duas equações e duas incógnitas para sistemas lineares 3 por 3, fazendo, talvez, uma menção ao conceito básico de matrizes como forma estruturada de representação e aplicando esse estudo à resolução de problemas simples de outras áreas do conhecimento, principalmente no que se refere a processos de otimização, que é uma das grandes áreas da aplicação Matemática. Fica também, como sugestão, a realização de uma abordagem mais qualitativa e profunda, feita dentro da parte flexível do currículo, como opção específica de cada unidade escolar.

Ferramentas de Cálculo: Assim como no uso das ferramentas logarítmicas e exponenciais observadas anteriormente, podem surgir temas e ou motivações que necessitem de um instrumental mais consistente, que possibilite ir além do conhecimento trivial, oriundo de operações elementares. Isso pode acontecer quando temos a oportunidade

de desenvolver estudos como modelagem matemática, estudos etnográficos e etnológicos, projeção e previsão de eventos e fenômenos, otimização de processos lineares ou não, etc, pode sugerir a necessidade de conhecer novas teorias (para o estudante), como, por exemplo, de noções de infinito, limites e continuidade, principalmente como evolução dos processos de sequência e contagem.

Da mesma forma, conhecer historicamente a evolução do conceito de derivadas e o potencial uso que o cálculo de integrais possibilita tornou real o notável progresso da ciência e da tecnologia a partir do século XVIII. Com a Formalização da Aritmética, e o desenvolvimento da Análise Matemática e da Álgebra, foi possível avançar nos processos matemáticos visando controle e gerência de processos, principalmente devido ao desenvolvimento da industrialização, que necessitava de otimização.

Assim como na Análise, o Cálculo é uma ferramenta poderosa que possibilita estudar e resolver diversos problemas surgidos no âmbito da Engenharia e na Química, Física, Biologia, Geologia, Astronomia e nas Ciências Atmosféricas, etc. Esta base matemática, além de exigir um grande poder de síntese, também desenvolve conceitos vinculados à velocidade, área, volume, taxa de variação e tangência. Essas ideias matemáticas devem ser incentivadas quando surgirem o contexto e a oportunidade no momento educacional e sempre abordado de maneira conceitual, nunca como uma técnica em si (cálculo pelo cálculo enquanto conteúdo). Dessa forma o ensino pode dar condições, ao jovem, para integrar-se adequadamente à sociedade. É pela coerência que se chega à competência.

Tema 3: Análise de dados e tratamento das informações

Desde a intensificação e expansão do comércio pelas potências que detinham o domínio das rotas marítimas e terrestres, a partir do século XIV, iniciou-se então o desenvolvimento da análise e dos comportamentos de todos os tipos de dados e informações. Essa análise de dados tem sido essencial para entender e propor soluções a problemas sociais e econômicos, como nas estatísticas relacionadas à saúde, às populações, aos transportes e orçamentos e às questões de mercado.

Esse terceiro tema estruturador do ensino tem como objeto de estudo os conjuntos finitos de dados, que podem ser numéricos, ou informações qualitativas, o que dá origem a procedimentos bem distintos dos temas anteriores pela maneira como são feitas as quantificações, usando-se, para isso, processos de contagem, combinatórios, frequências, medidas estatísticas e probabilidades.

Esse tema pode ser organizado em três unidades temáticas:

1 Matemática Financeira e Estatística: A tentativa do ser humano de compreender e gerenciar seu modo de vida, torna imprescindível a todos considerar e se utilizar de estudos da denominada Matemática Financeira que, com suas ferramentas e possibilidades de análise e aplicações, possibilita ao homem buscar formas de controlar e desenvolver, seja individualmente ou socialmente, seu modo de vida.

A Matemática Financeira pode ser aliada às noções e desenvolvimento da Estatística, que lhe dá uma dinâmica maior. A Estatística, por sua vez, leva em consideração a descrição de dados, formas de representações gráficas aliadas à análise de dados por meio de médias, moda e mediana, variância e desvio padrão. Com isso o estudante é capaz de identificar formas adequadas para descrever e representar dados numéricos, além de informações de natureza social, econômica, política, científico-tecnológica ou abstrata. Possibilita-lhe, ainda, ler e interpretar dados e informações de caráter estatístico apresentados em diferentes linguagens e representações, na mídia ou em outros textos e meios de comunicação. Torna-o capaz de obter e entender médias e avaliar desvios de conjuntos de dados ou informações de diferentes naturezas, além de compreender e emitir juízos sobre informações estatísticas de natureza social, econômica, política ou científica apresentadas em textos, notícias, propagandas, censos, pesquisas e outros meios.

Qualquer tomada de decisão ou atitude depende, fundamentalmente, das informações disponíveis sobre o caso ou questão em si. Quanto maior o entendimento dos fatores que podem ou não comprometer essa tomada de decisão, menor será o risco a ser calculado para tanto. A estatística pode ser, para o estudante, um grande instrumento para auxiliar e vivenciar situações próximas que lhe permitam reconhecer a diversidade que o cerca e reconhecer-se como indivíduo capaz de ler e atuar nessa realidade.

Nesse nível escolar, ele já dispõe de um amadurecimento necessário e o auxílio da Matemática pode constituir fator determinante para a leitura e análise das informações disponíveis pelas diversas mídias que se apresentam no formato de tabelas, gráficos e outras informações. É de se esperar, no entanto, que isso desencadeie não só a leitura e a simples descrição e representação dos dados, mas que possibilite uma verdadeira investigação que culmine em uma tomada de postura frente a essa leitura. Assim, a estatística e a probabilidade devem ser vistas como um conjunto de ideias e procedimentos que permite aplicar a Matemática em questões e situações do mundo real, normalmente mais inter-relacionada com as outras áreas de conhecimento. Devem ser vistas, também, como formas de a Matemática quantificar e interpretar conjuntos de dados ou informações que não podem ser quantificados direta ou exatamente.

Torna possível, então, com o uso da estatística, realizar ações que permitam desde analisar a intenção de voto em uma eleição como projetar resultados dessa eleição. Torna-se possível prever o êxito do lançamento de um produto no mercado, antes da sua comercialização ou mesmo antes de sua fabricação. Isso é feito usando-se a pesquisa estatística, que envolve amostras, levantamento de dados e análise das informações obtidas.

Analogamente, a probabilidade trabalha com resultados possíveis, mas não garante a exatidão. Se afirmar que um dado tem $1/6$ de probabilidade de conseguir obter o valor 4, isso não garante que em seis lançamentos o número 4 sairá pelo menos uma vez. Por outro lado, se uma pesquisa indicar que 90% dos funcionários de uma fábrica de confecção feminina são mulheres, e 10% são homens, não é possível garantir que na entrada da fábrica, no início do expediente, de um grupo de 10 pessoas, uma delas seja do sexo masculino. Isso demonstra que a estatística e a probabilidade lidam com dados

e informações tendo como base conjuntos finitos e utilizam procedimentos que permitem controlar, com certa segurança, a incerteza e mobilidade desses dados. Para melhorar isso, são necessários outros instrumentos.

2 Contagem: Utiliza-se do princípio multiplicativo e em problemas de contagem, auxiliando o estudante a decidir sobre a forma mais adequada de organizar números e informações com o objetivo de simplificar cálculos em situações reais envolvendo grande quantidade de dados ou de eventos. Procura, ainda, identificar regularidades visando estabelecer regras e propriedades em processos nos quais se fazem necessários os processos de contagem que também servem para identificar dados e relações envolvidas numa situação-problema que envolva o raciocínio combinatório.

O raciocínio combinatório é obtido por meio do desenvolvimento de uma nova forma de pensar em Matemática, ao utilizar-se dos procedimentos específicos da contagem, que, ao mesmo tempo complementa uma abordagem mais completa da probabilidade. Para decidir qual a melhor forma de organizar números ou dados para, a partir daí, indicar os casos possíveis, não deve ser aprendido como uma lista de fórmulas, mas como um processo que exige a construção de um modelo simplificado e explicativo da situação.

As fórmulas devem ser consequência do raciocínio combinatório desenvolvido frente à resolução de problemas diversos e devem ter a função de simplificar cálculos, principalmente quando a quantidade de dados é muito grande. Para isso, esses conteúdos devem ser explorados no Ensino Médio, aperfeiçoadas suas técnicas de utilização para evitar que se busquem soluções utilizando-se de teorizações excessivas.

3 Probabilidade: O estudo de possibilidades e o cálculo de probabilidades podem permitir ao estudante reconhecer o caráter aleatório de fenômenos e eventos naturais, científico-tecnológicos ou sociais e compreender o significado e a importância da probabilidade como meio de prever resultados. Devem possibilitar atividades que permitam quantificar e fazer previsões em situações aplicadas a diferentes áreas do conhecimento e da vida cotidiana que envolva o pensamento probabilístico, bem como identificar, em diferentes áreas científicas e outras atividades práticas, modelos e problemas que fazem uso de ferramentas estatísticas e cálculo de probabilidades.

Nesse contexto, torna-se fundamental o uso correto das calculadoras e do computador, que ganham importância como instrumentos que permitem a abordagem de problemas com dados reais, que podem ser resolvidos em menor tempo, ao mesmo tempo em que o estudante pode ter a oportunidade de se familiarizar com as máquinas e os softwares específicos para estudos e análises de estatísticas e de probabilidades.

PALAVRAS FINAIS, TRABALHOS INICIAIS

Na escola, durante o planejamento das ações (não só aquele realizado no início do ano, nas conhecidas semanas de planejamento...), ao ser selecionado coletivamente, escolhido ou mesmo proposto um tema, bem como a forma de trabalho para seu desenvolvimento, ele deve ser previsto antecipadamente e pensado de modo integrado, evitando-se assim repetir, a cada novo assunto/tema, as mesmas estratégias e abordagens feitas ao assunto. Dessa forma, o conteúdo surgido corre o risco de ser “simplesmente repetido” (*perdendo assim a oportunidade de apresentar outras formas, técnicas e visões do mesmo conteúdo*).⁴⁷

É também fundamental ter ciência dos modelos, conceitos, formas, fórmulas e outros instrumentos de que os estudantes já tenham conhecimento para evitar a repetição de um processo já previamente conhecido. Seria importante e fundamental proporcionar ferramentas e estratégias diferenciadas para resolver tipos de problemas já conhecidos, como uma evolução de processo, pois isso, além de reforçar o conceito, diversifica as estratégias de abordagem e de resolução dos problemas detectados.

As escolhas dos temas e assuntos a serem desenvolvidos devem ter no horizonte o estudante de cada escola, daí a necessidade de um olhar cuidadoso para esses jovens, indivíduos cognitivos, afetivos e sociais que possuem projetos de vida e histórias pessoais e escolares. A aprendizagem não se dá com o indivíduo isolado, sem possibilidade de interagir com seus colegas e com o professor, mas em uma vivência coletiva de modo a explicitar para si e os outros o que ele pensa e as dificuldades que enfrenta.

Temos que incentivar a comunicação, pois estudantes que não falam sobre Matemática e não têm a oportunidade de produzir seus próprios textos nessa linguagem dificilmente serão autônomos para se comunicar nessa área. É o professor que deve proporcionar e incentivar essa comunicação.

Mediante as capacidades previstas e eleitas por esta proposta, é importante destacar que esses eixos articuladores podem desenvolver no estudante todas as capacidades relativas a medidas e grandezas, mas podem fazê-lo também avançar na percepção do processo histórico de construção do conhecimento matemático, que é especialmente adequado para mostrar diferentes modelos explicativos do espaço e suas formas numa visão sistematizada da Geometria, com linguagens e raciocínios diferentes daqueles aprendidos no Ensino Fundamental com a geometria clássica euclidiana.

Resumidamente, em relação a essas capacidades, a abordagem proposta para esses temas permite ao estudante usar e interpretar modelos, perceber o sentido de transformações, buscar regularidades, conhecer o desenvolvimento histórico e tecnológico

⁴⁷ Ex. Todo “tema” pode aparecer gráficos e tabelas ou cálculo de área. O professor repete os mesmos tipos de gráficos, a mesma maneira de interpretar as tabelas ou no caso das áreas, sempre as mesmas fórmulas para calcular essas áreas. Isso não caracteriza evolução de conhecimento e sim repetição do mesmo.

de parte de nossa cultura e adquirir uma visão sistematizada de parte do conhecimento matemático. Os conteúdos e capacidades propostos para as unidades temáticas devem ser pensados e planejados de acordo com a necessidade de cada contexto, sempre que possível, coletivamente, pois interdisciplinaridade não ocorre quando somente um único professor pensa, planeja e executa. É a discussão coletiva que enriquece o processo.

Esses eixos articuladores, com certeza, permitem a consolidação de várias competências proporcionadas pelo desenvolvimento de capacidades relativas à contextualização sociocultural de nosso Estado, assim como a análise de situações reais presentes no mundo contemporâneo e a articulação de diferentes áreas do conhecimento. Eles contribuem muito também para a compreensão e o uso de representações gráficas, identificação de regularidades, interpretação e uso de modelos matemáticos, estudos e pesquisas etnográficas e etnológicas, colaborando para dinamizar o conhecimento de formas específicas e particulares de ler, interpretar, analisar e raciocinar, principalmente em Matemática. Cremos ser este o melhor caminho: o de proporcionar ao estudante uma independência intelectual do indivíduo pela qualidade de sua produção e forma crítica de atuar.

LEITURAS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR

Acesso a Links:

CURIOSIDADES DA MATEMÁTICA Site português com curiosidades Ensino Fundamental e Médio. <http://www.apm.pt/portal/index.php>

PROF. CARDY Desafios/ Geometria/ Calculadora/ Dicionário/ Matemáticos/ Simulados. Ensino Fundamental e Médio. <http://www.profcardy.com/>

COMPANHIA DOS NÚMEROS Curiosidades/ Conteúdo/ Simulados/ Download/ Apostilas/ Exercícios: Ensino Fundamental e Médio.

<http://www.ciadosnumeros.com.br/curiosidades/index.asp>

CURIOSIDADES DA MATEMÁTICA Curiosidades e desafios. Ensino Fundamental e Médio. <http://paginas.terra.com.br/educacao/calculo/Artigos/Curiosidadesmat/curiosidadesmat.html>

GINÁSIO MENTAL Artigos/ Curiosidades/ Problemas/ Jogos/ Download/ Sudoku, Ensino Fundamental e Médio. <http://www.ginasiomental.com/>

DESAFIOS - UNICAMP Desafios/ Curiosidades Ensino Fundamental e Médio. <http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/cursos/ed615a2001/FABIANA/desafiosmatematicos.html>

DESAFIOS MATEMÁTICOS 2.7 Programa freeware para download. Ensino Fundamental e Médio

<http://www.baixaki.ig.com.br/download/Desafios-Matematicos.html>

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ESCOLAS PÚBLICAS Provas e soluções Ensino Fundamental e Médio. <http://www.obmep.org.br/>

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA (OBM) Desafios/ Provas e soluções Ensino Fundamental e Médio. <http://www.obm.org.br/>

TEXTOTECA - UFRGS Desafios/ Curiosidades/ Downloads Ensino Fundamental e Médio. <http://www.lec.ufrgs.br/silvia/textoteca/secao.php?secao=14>

CALCULANDO. Jogos e Desafios para 5ª à 8ª séries (6º ao 9º ano) Ensino Fundamental. <http://www.calculando.com.br/>

TUTORBRASIL Desafios/ Tutor/ Videos Ensino Fundamental e Médio. <http://www.tutor-brasil.com.br/index.html>

EXATAS - AQUI NÃO HÁ INCÓGNITAS Muito conteúdo/ Desafios/ Exercícios/ Linha do

tempo/ Teste o seu raciocínio Ensino Fundamental e Médio. <http://www.exatas.mat.br/>

Fichário on-line Site direcionado a alunos do Ensino Médio, disponibilizando conteúdos diversos de Matemática, Álgebra, Funções de 1º e 2º graus, Inequações, Progressões e Trigonometria. Em Geometria, Geometria Plana, Espacial e Analítica. <http://www.ficharionline.com/>

Matemática Divertida [Hits:3148] Este site faz com que a matemática seja mais divertida e fácil. Através de histórias, mostra os conhecimentos matemáticos. <http://www.reniza.com/matematica/>

Só Matemática - Portal da Matemática [Hits:1660] Este site apresenta vários conteúdos curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio. Traz a história da Matemática, Biografias de Matemáticos, softwares de Matemática, Jogos, Curiosidades e Links. <http://www.somatematica.com.br>

Enciclopédia Virtual - No Problem [Hits:1610] Divulga trabalhos de internautas com versão em Doc. ou Html como: Grandes Matemáticos, História da Matemática e Progressão Geométrica. <http://www.noproblem.matrix.com.br/>

Matemática.com.Prazer [Hits:1376] Atividades com dicas de experimentos para se fazer em casa, dados sobre a origem dos sinais. Há ainda as seções “Aprenda Matemática Brincando e Grandes Matemáticos”. <http://www.geocities.com/matematicacomprazer/>

Matemática com música [Hits:1364] Ensina matemática através de músicas. São tocados alguns trechos do CD Matemusic onde são definidos vários conceitos matemáticos através das letras das músicas. <http://www.matemusic.hpg.com.br/>

Ludoteca [Hits:1343] Site mantido pela USP-Universidade de São Paulo. Nele encontramos vários softwares gratuitos destinados ao ensino da Matemática. <http://www.ludoteca.if.usp.br/>

Matemática Elementar [Hits:1176] Site com conteúdos matemáticos mais direcionados aos alunos do Ensino Médio. Abrange muitos conteúdo matemáticos. A Matemática está dividida em Determinalista e Probabilista com tópicos essenciais de cada uma. Oferece mini-cursos em tópicos essenciais como Matrizes, Porcentagens, Trigonometria e outros, com atividades e exercícios. <http://athena.mat.ufrgs.br/~portosil/licenciatura.html>

Ensino Médio [Hits:1170] Apresenta uma série de conteúdos curriculares de Matemática com muitos exercícios resolvidos em aulas ministradas pelo professor Paulo Marques de diversos tópicos. <http://www.terra.com.br/matematica/>

TERRA - Matemática [Hits:1170] Centenas de páginas de conteúdo cobrindo Números Reais, Conjuntos, Noções de Lógica, Funções, Progressões, Análise Combinatória, Binômio de Newton, Noções de Probabilidades, Trigonometria, Números Complexos, Matrizes, Determinantes, Sistemas Lineares, Geometria Analítica, Polinômios, Equações Algébricas, Transf. Geométricas, Matemática Financeira, Geometria Euclidiana, Noções de Cálculo, Vetores, Logaritmos e Exercícios Resolvidos. <http://www.terra.com.br/matematica/>

Supermatemática [Hits:1149] Apresenta uma variedade grande de links e sites. Aborda vários capítulos da Matemática separados por assuntos, Charadas e Projetos. Arquivos para download de programas que tratam de diferentes temas de Matemática. Links e sites de Matemática comentados em “Matemática Geral.” Há conteúdos de Álgebra, Geometria e Trigonometria. <http://www.supermatematica.com/>

Bússola Escolar [Hits:825] É um site que apresenta muitos conteúdos matemáticos como Logaritmo, O número PI, Sistema de Numeração, Números Inteiros, Decimais, Racionais, Naturais, Negativos, Cálculo Mental e Matemática com Música. Temas de conteúdos curriculares de História, Geografia e de muitas disciplinas. <http://www.bussolaescolar.com.br/index.html>

Tudo Fácil-Matemática [Hits:813] Site que apresenta os conteúdos matemáticos, Frações, Divisibilidade, Equações de 1º Grau com 1 e 2 variáveis, Inequações, Radiciação, Razões e Proporções. http://freehost20.websamba.com/tudo_facil/Matematica.asp

A Matemática no Mundo Atual [Hits:711] Apresenta textos sobre a História da Matemática, sobre a Teoria da Relatividade de Einstein, Teoria da Probabilidade, Geometrias não-Euclidianas, Equações Diferenciais, História dos Números. <http://athena.mat.ufrgs.br/mata.html>

InterAulas [Hits:655] No site temos a abordagem dos temas Produtos Notáveis, Fatoração, Expressões Numéricas, Regra de três simples, Potências, Logaritmo, Sucessões e Progressões, Geometria e Questões de Simulados.

MATEMÁTICA - EXATAS [Hits:502] É um site que fala sobre conteúdos de matemáticos diversos. Entre eles temos a “História da Matemática” desde 1.800 a.C. até 1993, Conjuntos Numéricos, Cálculo Algébrico, Produtos Notáveis, Exercícios, Simulados e Curiosidades Matemáticas. <http://www.exatas.hpg.com.br/>

Games e Passatempos [Hits:492] É um site que apresenta muitas sugestões de jogos. Você poderá, pelo site, jogar com outras pessoas dama, xadrez, gamão e bingo. Contém vários jogos de raciocínio, onde você vai aprender com prazer. <http://www.terra.com.br/games/>

MatKids-Aprenda se divertindo [Hits:479] Site bem diversificado e interessante. Para acessar todos os temas só é necessário cadastrar-se. O cadastro é gratuito. Os conteúdos matemáticos estão discriminados nos níveis de ensino. Apresenta ainda artigos matemáticos, dicas para cálculos, provas on-line. <http://www.somatematica.com.br/index2.phtml>

Matemática Essencial: Alegria Matemática: Problemas Criativos [Hits:452] Uma das principais funções da Matemática é desenvolver a inteligência do Ser Humano. Os problemas apresentados são relacionados com a Matemática e normalmente aparecem em livros sobre Criatividade, revistas e materiais didáticos de Matemática. <http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/alegria/probl/pcriativ.htm>

Sites de Matemática [Hits:447] Apresenta uma relação de links com temas matemáticos

variados. Quando acionados levarão você a muitos sites interessantes, como Curiosidades Matemáticas, Aprenda Matemática Financeira, Calculadora Financeira, Departamentos de Matemática e outros. <http://www.davinci.g12.br/geral/matematica.html>

EAprender [Hits:422] É um site com muitos temas e muitos conteúdos curriculares para a pesquisa ou informação. Como recurso para educadores há modelos de planos de aula. <http://www.eaprender.com.br/>

Equações [Hits:394] Aborda as Equações de 1º grau, 2º grau, completas e incompletas, do 3º grau, Diferentes tipos de Equações segundo o grau do Polinômio e Curiosidades. Na História da Matemática, descreve os primeiros algebristas gregos e traz uma relação de links para estudo da Matemática. <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm23/equacoes.html>

Tira de Poliedros - Animações [Hits:357] É um site que apresenta alguns poliedros com animações atuais e contendo projeções centrais e paralelas desses poliedros. <http://www.fc.up.pt/atractor/mat/fr-in.html>

Mundo Matemático [Hits:348] Atividades interessantes que poderão ser exploradas pelo professor. A ideia é tornar disponíveis para professor e aluno tópicos interessantes e desafiadores. http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/mud_mat.html

Programas de Matemática-para PC Windows [Hits:338] São programas para ensino de Matemática-para PC/Windows. São livres e podem ser usados com finalidade educacional. Os conteúdos matemáticos são encontrados nos vários programas computacionais. <http://www.ime.usp.br/~leo/free.html>

Resumo de aulas [Hits:318] Inclui diversos conteúdos matemáticos como Binômio de Newton, N^os Complexos, Equações Polinomiais, Produtos Notáveis, Sequencias e Séries, A Circunferência, Testes, Fórmulas, Desafios e mais. <http://sites.uol.com.br/mscabral/mauro/aulas/temas.html>

Apoiando o Professor [Hits:318] Site de ajuda ao professor na procura de informações úteis para sua prática pedagógica, contribuindo para sua autoformação e atualização. <http://www.mat-no-sec.org/>

Calculando - O site do professor de Matemática, jogos e desafios matemáticos [Hits:314]. Este site oferece um conteúdo significativo e original para enriquecer o trabalho dos professores de Matemática. O conteúdo é elaborado por professores interessados em apresentar maneiras inovadoras de ensinar Matemática. <http://www.calculando.com.br/>

Sistema de Numeração [Hits:292] Para alunos do Ensino Fundamental. O site apresenta textos sobre a Origem dos Números e dos Sistemas de Numeração, egípcio, romano e do nosso sistema, Numerais, Textos e Exercícios. <http://educar.sc.usp.br/matematica/mod1.html>

EduqueNet [Hits:277] Apresenta links para pesquisas, selecionados nos diversos conteúdos curriculares. Dá apoio aos vestibulandos com orientação vocacional, utilidades e divertimentos diversos. <http://www.eduquenet.na-web.net/>

Aprendendo Matemática [Hits:264] Site de apoio aos professores e a todos os interessados na Educação Matemática, que discute o conteúdo e as propostas publicadas na coleção de livros didáticos de mesmo nome. <http://www.matematicahoje.com.br/>

Matemática para Professores (USP) [Hits:235] Curso para professores da 1ª à 4ª séries do ensino fundamental. <http://educar.sc.usp.br/matematica/index.html>

Clínica de Matemática [Hits:223] Site com conteúdos matemáticos para alunos do Ensino Médio. Há textos que favorecem o humor matemático, mensagens de otimismo e cursos de formação. Apresenta conteúdos de Matemática Básica e Financeira. <http://www.clinicadematematica.com.br/>

Educação Matemática e Novas Tecnologias [Hits:209] Este site apresenta diversas atividades de Matemática que fazem uso de um ambiente informatizado para a sua resolução. As atividades estão agrupadas segundo o tipo de softwares que utilizam: S LOGO, Geometria Dinâmica, Funções e Gráficos. <http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/atividades/sugest.html>

Sólidos Geométricos [Hits:199] Descrição dos sólidos geométricos. http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2002/icm204/solidos_geometricos.html

Amantes da Matemática [Hits:181] Este site tem por objetivo reunir pessoas interessadas em participar de projetos na área de Matemática, como publicação de artigos, resolução de problemas etc. <http://mathfire.sites.uol.com.br/>

Matemática - Alessandro Andreatini [Hits:181] Apresenta desafios matemáticos, textos, gráficos, linha do tempo, links e sugestões. Programas gratuitos que você pode encontrar na Internet, Applets-animações variadas sobre ângulos, triângulos e funções trigonométricas. <http://sites.uol.com.br/sandroatini/>

Laboratório de Matemática [Hits:179] Utilizando o computador em programas computacionais gratuitos que você poderá copiar ao fazer um dos cursos via internet no endereço www.ime.usp.br/~leo/free.html. Programa para ensino de Matemática P.C/Windows, para alunos de Ensino Médio. Ensina-se Matemática a partir de problemas, usando programas de computador para agilizar a tarefa. <http://www.ime.usp.br/lem/>

Meltec-Matemática Elementar e Tecnologia [Hits:155] Apresenta desafios matemáticos com divertimento. http://mathematikos.psico.ufrgs.br/meltec/desafios_mt.html.

Exercícios resolvidos de mmc, mdc e divisores [Hits:149] Exercícios para consolidar noções de cálculo de MDC e MMC. <http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/fundam/naturais/naturais2-a.html>

Equações do segundo grau [Hits:148] Como calcular equações de segundo grau. <http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/fundam/eq2g/eq2g.html>

Como surgiu a noção de número [Hits:142] Artigo que explica o aparecimento da noção de número entre os seres humanos. <http://educar.sc.usp.br/matematica/l1t1.htm>

Grupo de Matemática-Colégio de Gaia [Hits:138] Site do Grupo de Colégio Gaia. Apresenta uma relação de softwares para Matemática e arquivo para download sobre Matemática, Cálculo, Geometria e Álgebra. <http://www.eduk.com.br/cgi-local/salto.cgi?ID=2553>

Ludicum.org - CNJM 2004 [Hits:135] Site do Campeonato Nacional de Jogos Matemáticos. <http://ludicum.org/cnjm/2004/>

Mathematikos [Hits:127] O site analisa Problemas de Matemática divididos nas áreas de Aritmética e Contagem, Geometria e Variáveis e Funções. www.mathematicos.psc.pucrs.br/desafios.html

iMática - A Matemática Interativa na Internet [Hits:115] Portal de entrada para o site Matematica.BR, da USP, que cobre diversos assuntos como álgebra, geometria, análise matemática e muito mais. http://www.matematica.br/historia/index_h_top.html

Arquivo eletrônico de Matemática [Hits:110] Site sobre assuntos diversos referentes à Matemática. Em “Novidades” temos o Arquivo de “Dúvidas e Análise. Há Programas de Matemática de diversos países, o Espirógrafo, o Histograma-Interativo e Programa para calculadora. <http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/index.html>

Pitágoras [Hits:110] Página com diversas informações interessantes sobre Pitágoras. <http://www.matematica.br/historia/pitagoras.html>

Ensino Médio - Folhalcino [Hits:110] Apresenta textos de conferências para professor, Relação de softwares, Oficinas com opção para downloads, proposta de atividades para a semana da matemática. <http://www.prof2000.pt/users/folhalcino/>

Web Site da Olimpíada Brasileira de Matemática [Hits:99] Site da Olimpíada Brasileira de Matemática. A Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) é uma competição organizada pela Sociedade Brasileira de Matemática e aberta a todos os estudantes dos Ensinos Fundamental (a partir da 5ª série), Médio e Universitário. <http://www.obm.org.br/frameset-links.html>

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Unicamp [Hits:99] O site é do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Unicamp. Oferece orientações também aos usuários de nível de ensino superior com interesse em Graduação ou Extensão Universitária. Apresenta os Departamentos de Matemática, Estatística e Matemática Aplicada e a relação de serviços realizados quanto ao Ensino e Pesquisa. <http://www.ime.unicamp.br/>

SBEM-Sociedade Brasileira de Ed.Matemática [Hits:90] Site da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, apresenta links sobre textos informativos e educacionais, assim como outros sites que oferecem atividades de matemática. <http://www.sbem.com.br/index.php>

Tribuna Digital [Hits:85] Páginas com informações sobre Matemática Financeira e Estatística. <http://usuarios.cmg.com.br/~pschwind/>

O Papiro de Rhind [Hits:81] Texto matemático na forma de manual prático que contém 85

problemas copiados em escrita hierática pelo escriba Ahmes de um trabalho mais antigo. <http://www.matematica.br/historia/prhind.html>

Aprendendo Congruências de Triângulos [Hits:78] Neste site aprende-se a congruência de triângulos com o Logo. Pode-se utilizar o download do arquivo das atividades exemplificadas. <http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/atividades/ativ3/ativ3.html>

Pró-Ciência 2002 [Hits:77] Projeto integrado de ciências e matemática para professores da rede pública. Mantido pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). http://www2.dm.ufscar.br/~salvador/homepage/pro_ciencias_2002/artigos_aulas_dadas.html

CAEM-IME- USP [Hits:73] Centro de Aperfeiçoamento de Ensino da Matemática-IMEE-USP. Presta serviços de aperfeiçoamento e extensão cultural na área de Matemática aos professores do Ensino Fundamental e Médio. <http://www.ime.usp.br/~caem/index.html>

Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional [Hits:70] É o site da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, onde você poderá ser sócio e dar aulas em minicursos e minisimpósios oferecidos pela entidade. <http://www.sbmac.org.br/>

A Matemática no Mundo Atual [Hits:1] O impacto e a importância da Matemática no mundo atual. <http://www.mat.ufrgs.br/%7Eppgmat/grupo/mata.html>

JOGOS ANTIGOS Jogos matemáticos/ Jogos de Mesa/ Jogos de tabuleiro Ensino Fundamental e Médio. <http://www.jogos.antigos.nom.br/jmod.asp>

MATEMÁTICA Para os alunos que estão se preparando para o vestibular - Ensino Médio. <http://www.matematica.com.br/>

MATEMÁTICA? ABSOLUTAMENTE Citações/ Curiosidades/ Geometria/ Humor Ensino Médio. <http://www.mat.absolutamente.net/>

O LADO DIVERTIDO DA MATEMÁTICA Curiosidades matemáticas Ensino Fundamental e Médio. <http://alexandramat.blogspot.com/>

PORTAL MATEMÁTICO História/ Desafios/ Exercícios/ Jogos Ensino Fundamental e Médio. <http://portalmatematico.com/inicial.shtml>

Bibliografia complementar

- ALEKSANDROV, A. D. et al. **La matemática: su contenido, métodos y significado**. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1976.
- ANDERY, Maria Amália; et al. Para Compreender a Ciência: uma perspectiva histórica. São Paulo: EDUC, 2003.
- BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2004. 1 CDROM.
- BASSANEZI, Rodney C. Ensino-apredizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.
- BECKER, Fernando. A Epistemologia do Professor: o cotidiano da escola. Petrópolis: Vozes, 1993.
- BORBA, M.. Prefácio do livro Educação Matemática: representação e construção em geometria. In: FAINGUELERNT, E. **Educação Matemática: representação e construção em geometria**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- BOYER, C. B. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.
- CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da matemática**. 4ª ed. Lisboa: Gradiva, 2002.
- CARVALHO, Maria Cecília C. e S. Padrões Numéricos e Sequências. São Paulo: Moderna, 1997.
- CERTEAU, M. **A escrita da história**. Trad. Maria de Lourdes Menezes. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.
- CHASSOT, Attico. Para que(m) é Útil o Ensino? Canoas: ULBRA, 1995.
- CHEVALLARD, Y; Bosch, M. y Gascón, J. (1997). **Estudiar Matemáticas: el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje**. Barcelona: Horsori e ICE de La Universidad de Barcelona.
- COURANT, R.; ROBBINS, H. **O que é Matemática?** Uma abordagem elementar de métodos e conceitos. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.
- D' AMBRÓSIO, B. **Como ensinar Matemática hoje?** Temas e debates. Rio Claro, nº 2, ano II, pág. 15 – 19, mar. 1989.
- D'AMBRÓSIO, U. Da realidade à ação: reflexões sobre Educação e Matemática. São Paulo: Summus, 1986.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1998.

D'AMBRÓSIO, U. **Um enfoque transdisciplinar à educação e a história da Matemática**. In: BICUDO, M. V.;

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **A Experiência Matemática: A história de uma ciência em tudo e por tudo fascinante**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

DEWDNEY, A. K. **20.000 Léguas Matemáticas: Um passo pelo misterioso mundo dos números**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

DUARTE, N. O compromisso político do educador no ensino da matemática: In: EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**, Campinas: Ed da UNICAMP, 1995.

GERDES. P. **Sobre o despertar do pensamento geométrico**. Curitiba: UFPR, 1992.

GOODSON, I. Dar voz ao professor: as histórias de vida dos professores e o seu desenvolvimento profissional. IN: NÓVOA, A. (org.) **Vida de professores**. Porto, Portugal: Porto Editora, 1995.

IFRAH, G. **Os números: a história de uma grande invenção**. 7ª ed. São Paulo: Globo, 1994.

KUENZER, Acacia Z. **Conhecimento e competências no trabalho e na escola**. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v.28, n.2 mai/ago., 2002.

LIMA, Elon Lages; CARVALHO, Paulo Cezar Pinto; WAGNER, Eduardo; MORGADO, Augusto César. **A Matemática do Ensino Médio**. Volume 1, 2 e 3. Rio de Janeiro: SBM, 2001.

LINS, R. C. **Álgebra**. Revista Nova Escola. ed. 166 outubro de 2003. Disponível em: http://novaescola.abril.com.br/index.htm?ed/166_out03/html/algebra, acesso em 29 de maio de 2006.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. 5ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2005.

LOPES, C. A. E.; FERREIRA, A. C. A estatística e a probabilidade no currículo de matemática da escola básica. In: Anais do **VIII Encontro Nacional de Educação Matemática**. Recife: UFPE, 2004, pág. 1-30.

LORENZATO. S. **Por que não ensinar geometria?** Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. São Paulo, nº 4, pág 3-12, jan./jun. 1995.

MACHADO, N. J. **Interdisciplinaridade e Matemática**. Revista Quadrimestral da MAOR, Eli. E: a história de um número. Rio de Janeiro: Record, 2004.

MATOS, J. C. Professor reflexivo? Apontamentos para o debate. In: GERALDI Corinta et al. (orgs). **Cartografias do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

MEC; SEMTEC, 2002, **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. / Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 144 págs. – Brasília.

MENEGOLLA, Maximiliano; SANT'ANNA, Ilza Martins. Por Que Planejar? Como Planejar: currículo; área; aula. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MIGUEL, A.; FIORENTINI, D. ; MIORIN, M. A. **Álgebra ou geometria: para onde pende o pêndulo?** Revista Quadrimestral da Faculdade de Educação – MIGUEL, A. **As potencialidades pedagógicas da história da Matemática em questão:** argumentos reforçadores e questionadores. Revista Zetetiké. Campinas, nº 8, pág. 73- 105, jul./dez. 1997.

MLODINOW, L. A Janela de Euclides: a história da geometria, das linhas paralelas ao hiperespaço. São Paulo: Geração Editorial, 2004.

MORIN, Edgar. Ciência com Consciência. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MORRIS, Richard. Uma breve História do Infinito: Dos paradoxos de Zenão ao universo Quântico. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998. nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

PAVANELLO, R. M. **O abandono do ensino da geometria no Brasil:** causas e consequências. Revista Zetetiké. Campinas, ano 1, nº 1, 1993.

PERRENOUD, Philippe. Dez Novas Competências para Ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PONTE, J. P. Didactica. <http://www.dgjidc.min-edu.pt/public/matematica/didactica.pdf>, acesso em 21/12/2006.

PONTE, J. P., et al. **Didáctica da Matemática.** Lisboa: Ministério da Educação/Departamento do Ensino Secundário, 1997.

RAMOS, M. N. **Os contextos no ensino médio e os desafios na construção de conceitos.** (2004)

RIBNIKOV, K. **História de las matemáticas.** Moscou: Mir, 1987.

SCHOENFELD, A. H. Heurísticas na sala de aula. In: KRULIK. S. ; REYS, R. E. **A resolução de problemas na matemática escolar.** São Paulo: Atual, 1997.

STRUIK, D. J. **Sociologia da Matemática: sobre a sociologia da Matemática.** Série Cadernos de Educação e Matemática. Lisboa, nº 3, pág. 21-31, out. 1998.

STRUIK, Dirk J. História Concisa da Matemática, Lisboa: Gradiva, 1989.

TAJRA, SANMYA FEITOSA. **Comunidades virtuais:** um fenômeno na sociedade do conhecimento. São Paulo: Érica, 2002.

THUILLIER, Pierre. De Arquimedes a Einstein: A face oculta da invenção científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994.

TOLEDO, Marília; TOLEDO, Mauro. Didática de Matemática: como dois e dois: a construção da matemática. São Paulo: FTD, 1997.

Bibliografia básica

- ABRANTES, P. **Avaliação e educação matemática**. Série reflexões em educação, págs. 25-34, mar. 1993.
- BELHOSTE, B.; GISPERT, H.; HULIN, N. **Les sciences au lycée**. Paris: INRP/Vuibert, 1996.
- BICUDO, M. A. V.; BORDA, M. C. (Orgs.) **Educação matemática pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. *Filosofia da Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- Bolema: Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, nº 15, pág. 5-23, 2001.
- BORBA, M. C. Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (org). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. pág. 285-295.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BORBA, M. C. **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. pág. 13-29.
- CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes; DASSIE, Bruno Alves; ROCHA, José Lourenço. **Uma coleção revolucionária**. Revista História e Educação Matemática. Sociedade Brasileira de História da Matemática, Rio Claro, SP. v 2, nº 2, jun/dez 2001, jan/dez 2002, jan/jun 2003.
- CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes. et. al. **Os debates em torno das reformas do ensino de Matemática: 1930 – 1942**. Zetetiké, v. 4, nº 5, janeiro – junho 1996, pág. 49-54.
- CHEVALLARD, Y. (1997). **Familière et problématique, la figure du professeur**. Recherches en Didactique des Mathématiques, 17 (3): 17-54.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação para uma Sociedade em Transição*. Campinas: Papirus, 1999.
- D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.
- D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- D'AMBRÓSIO, U., BARROS, J. P. D. **Computadores, escola e sociedade**. São Paulo: Scipione, 1988.

- DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas**. São Paulo: Ática, 1989.
- DASSIE, Bruno Alves; ROCHA, José Lourenço da. **O ensino de matemática no Brasil nas primeiras décadas do século XX**. Caderno Dá Licença, nº 4, ano 5. Niterói: Universidade Federal Fluminense, dez 2003.
- DASSIE, Bruno Alves. **A Matemática do curso secundário na Reforma Gustavo Campanema**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 2001.
- DUARTE, N.; OLIVEIRA, B. **Socialização do saber escolar**. São Paulo: Cortez.
- ESTEVES, O. P. **Objetivos Educacionais**. Rio de Janeiro: Agir, 1977.
- FARIA, Wilson. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: E. P. U., 1995.
- FIORENTINI, D. & LORENZATO, S. (2006). **Investigação em educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados.
- FIORENTINI, D. **Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil**. Revista Zetetiké. Campinas, ano 3, n.4, p. 1-37. 1995.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **O profissional em educação Matemática**. Disponível em: <http://sites.unisantabr/teiadodosaber/apostila/matematica/O_profissional_em_Educacao_Matematica-Erica2108.pdf> Acesso em: 23 mar.2006.
- FRANCHI, Anna; et al. **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo, 1999.
- FREIRE, P. **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- GERGEN, K. J. (1995). **Social construction and the educational process**. En, L. P. Steffe y J. Gale (Eds). **Constructivism in Education**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass. Pub.
- GODINO, J. D. (2002a). **Investigaciones sobre teoría de la educación matemática**. URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/teoria.htm>
- Godino, J. D. (2002b). Investigaciones sobre el significado y comprensión de los objetos matemáticos**. URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/semiotica.htm>
- GODINO, J. D. y Batanero, C. (1994). **Significado institucional y personal de los objetos matemáticos**. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 14 (3): 325-355. [Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/loca/jgodino/articulos.htm>
- GODINO, J. D. y Batanero, C. (1999). **Funciones semióticas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. En I. Vale y J. Portela (Eds.), **IX Seminário de Investigação em Educação Matemática**. Viana do Castelo: Associação de Professores de Matemática. Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/loca/jgodino/articulos.htm>

- JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. **Revista Brasileira de História da Educação**. Campinas, SP. SBHE/Editora Autores Associados. Jan/jun. nº 1, 2001.
- KLIN, M. **O fracasso da Matemática Moderna**. São Paulo: Ibrasa, 1976.
- KNELLER, G. F. **A ciência como uma atividade humana**. São Paulo: Zahar, 1980.
- KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio José de. **Etnomatemática: currículo e formação de professor**. R. Grande do Sul: EDUNISC, 2004.
- KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 14ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- MEDEIROS, C. F. **Por uma educação Matemática como intersubjetividade**. In: BICUDO, M. A. V. Educação matemática. São Paulo: Cortez, 1987. pág.13-44. MIGUEL, A.; MIORIM, M. A. **História na educação matemática: propostas e desafios**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- MIORIM, M. A. **Introdução à história da educação Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.
- MIORIM, M. A. **O ensino de matemática: evolução e modernização**. Campinas, 1995. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação.
- OTTE, Michael. **O Formal, o Social e o Subjetivo – Uma introdução à filosofia e à didática da Matemática**, São Paulo: UNESP, 1993.
- PALLARES-BURKE, M. L. G. **As muitas faces da história – nove entrevistas**. São Paulo: Editora da UNESP, 2000.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Primeiro Grau. **Currículo Básico para a Escola Pública do Paraná**. Curitiba: SEED/DEPG, 1990.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Segundo Grau. **Reestruturação do ensino de segundo grau no Paraná**. Curitiba: SEED/DEPG, 1993.
- ROCHA, José Lourenço da. **A Matemática do curso secundário na Reforma Francisco Campos**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 2001.
- RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência**. Tradução: FORTES, J. E. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997.
- ROXO, E. M. G. A matemática e o curso secundário. In: VALENTE, W. R. (org). **Euclides Roxo e a modernização do ensino de Matemática no Brasil**. São Paulo: SBEM, 2003, pág. 159-189.
- ROXO, Euclides. **A Matemática na educação secundaria**. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1937. (Atualidades Pedagógicas, vol. 25).

ROXO, Euclides. **Curso de mathematica elementar**, Vol. 1. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1929.

SAIZ, Cecilia Parra Irmã(org.); et al. **Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SANT'ANNA, Ilza Martins. **Por que Avaliar? Como Avaliar? Critérios e instrumentos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

SANTOS, Gilberto Lacerda (org.). **Tecnologias na Educação e Formação de Professores**. Brasília: Plano, 2003.

SAVIANI, D. **Do senso comum à consciência filosófica**. São Paulo: Cortez, 1991.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1991.

SCHUBRING, Gert. **O Primeiro Movimento Internacional de Reforma Curricular em Matemática e o Papel da Alemanha: um estudo de caso na Transmissão de Conceitos**. Zetetiké, Campinas: CEMPEM, nº 11, vol. 7, pág. 29-49, jan – jun, 1999.

TORRES, Carlos (org.). **Teoria crítica e sociologia da educação**. Cortez/Instituto Paulo Freire, São Paulo, 2003.

VALENTE, V. R. **Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930)**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WODEWOTZKI, M. L.; JACOBINI, O. R. O ensino de estatística no contexto da educação Matemática. In: ZUFFI, E. M. **Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função**. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. São Paulo, nº 9/10, págs.15-16, abril. 2001.

IMPRESSÃO:

