

# **PCN+ - Ensino Médio**

## **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**

### **FÍSICA**

---

#### ***1. A Física no Ensino Médio***

*Quais os caminhos para concretizar as propostas apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio?*

#### ***2. As Competências em Física***

*Quais competências em Física devem ser privilegiadas, levando em conta os objetivos formativos desejados para a ação escolar?*

#### ***3. Temas Estruturadores para o Ensino de Física***

*Como se articulam habilidades e competências, com os conhecimentos a serem trabalhados?*

#### ***4. Organização do Trabalho Escolar***

*Como organizar o trabalho escolar e que critérios privilegiar para definir prioridades e seqüências?*

#### ***5. Estratégias para a Ação***

*Quais estratégias para o Ensino de Física favorecem o desenvolvimento das competências e habilidades, nas unidades temáticas propostas?*

---

## **1. A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias,

ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens. Em outras palavras, a realidade educacional e os projetos pedagógicos das escolas, que expressam os objetivos formativos mais amplos a serem alcançados, é que devem direcionar o trabalho de construção do conhecimento físico a ser empreendido.

Não é, entretanto, suficiente, sinalizar a direção a seguir e explicitar a mudança de rumos desejada, em relação ao ensino de Física que vinha sendo praticado. Entre o discurso e novas práticas, há um longo percurso.

De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCN é explícita quanto ao que não conduz na direção desejada e vem sendo percebida com clareza pelos professores. O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média.

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que

fazer. Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E a Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores.

Nosso desafio é, portanto, buscar meios para concretizar esses novos horizontes, especialmente dentro da realidade escolar hoje existente no país. Como conseguir realizar tanto com tão pouco espaço, tempo, recursos materiais, carências formativas e afetivas dos alunos, condições de trabalho dos professores? Passada a tempestade inicial, os professores de Física têm ousado mudar, mas sentem-se, muitas vezes, inseguros, desamparados e pouco confiantes quanto aos resultados obtidos.

O grande problema é que respostas objetivas e gerais a todas essas perguntas não podem ser apresentadas porque talvez inexistam. Para a implementação dessas novas diretrizes, ou seja, sua tradução em práticas escolares concretas, não existem fórmulas prontas. Esse processo depende, ao contrário, de um movimento contínuo de reflexão, investigação e atuação, necessariamente permeado de diálogo constante. Depende de um movimento permanente, com idas e vindas, através do qual possam ser identificadas as várias dimensões das questões a serem enfrentadas, e constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E para isso será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas, incluindo-se possíveis interpretações, implicações, desdobramentos, assim como também recursos, estratégias e meios necessários ao seu desenvolvimento e instauração.

É nesse sentido que encaminhamos essa discussão, com a advertência explícita de que não será possível apresentar soluções para todos os problemas e inquietações. Trata-se, ao contrário, de trazer elementos que possam subsidiar os professores em suas escolhas e práticas, contribuindo assim ao processo de discussão. Para isso, buscou-se aprofundar e, sobretudo, concretizar melhor tanto habilidades e competências como conhecimentos, atitudes e valores que a escola deveria ter por meta promover no Ensino Médio.

## **2. AS COMPETÊNCIAS EM FÍSICA**

O vasto conhecimento de Física, acumulado ao longo da história da humanidade, não pode estar todo presente na escola média. Será necessário sempre fazer escolhas em relação ao que é mais importante ou fundamental, estabelecendo para isso referências apropriadas.

A seleção desse conhecimento tem sido feita, tradicionalmente, em termos de conceitos considerados centrais em áreas de fenômenos de natureza física diferentes, delimitando os conteúdos de Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo a serem abordados. Isso resulta, quase sempre, em uma seleção tal que os índices dos livros didáticos de ensino médio tomam-se, na verdade, uma versão abreviada daqueles utilizados nos cursos de física básica do ensino superior, ou uma versão um pouco mais estendida dos que vinham sendo utilizados na oitava série do ensino fundamental. Nessas propostas, os critérios de seleção para definir os conteúdos a serem trabalhados, na maior parte das vezes, restringem-se ao conhecimento e à estrutura da Física, sem levar em conta o sentido mais amplo da formação desejada.

E esse sentido emerge na medida em que o conhecimento de Física deixa de constituir-se em um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento transforme-se em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir.

Os critérios que orientam a ação pedagógica deixam, portanto, de tomar como referência primeira “o quê ensinar de Física”, passando a centrar-se sobre o “para que ensinar Física”, explicitando a preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento mesmo de seu aprendizado. Quando “o quê ensinar” é definido pela lógica da Física, corre-se o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade, quase sempre supondo implicitamente que se esteja preparando o jovem para uma etapa posterior: assim, a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da mesma forma que a eletrostática o é para o eletromagnetismo. Ao contrário, quando se toma como referência o “para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que

se quer ajudar a construir.

Esse objetivo mais amplo requer, sobretudo, que os jovens adquiram competências para lidar com as situações que vivenciam ou que venham a vivenciar no futuro, muitas delas novas e inéditas. Nada mais natural, portanto, que substituir a preocupação central com os conteúdos por uma identificação das competências que, se imagina, eles terão necessidade de adquirir em seu processo de escolaridade média.

Utilizar como eixo organizador do trabalho pedagógico as competências desejadas é manter sempre presente a explicitação de objetivos da educação, mas também transforma-se em uma estratégia para a ação dos professores. Assim, por exemplo, para desenvolver competências que requerem o sentido crítico será necessário privilegiar espaços de discussão, tanto na escola como na sala de aula.

A atenção constante a essas competências, ao longo do desenvolvimento das unidades de ensino a serem trabalhadas, poderá ser uma garantia para impedir o retorno ao simples tratamento dos temas do ponto de vista unicamente de seus conteúdos programáticos.

Muitas dessas competências são objetivos comuns a todas as etapas do aprendizado, embora em diferentes níveis, sendo construídas ao longo do desenvolvimento dos alunos. Outras, ao contrário, são específicas a fases mais avançadas desse desenvolvimento, correspondendo àquelas trabalhadas privilegiadamente no ensino médio. Por exemplo, observar, experimentar e investigar o mundo requerem competências desenvolvidas na área de Ciências, desde os primeiros anos do ensino fundamental. Nessa primeira etapa, contudo, limitam-se sobretudo à descrição, classificação ou explicação causal imediata. Essas mesmas competências ganham, no ensino médio, um sentido maior, com a identificação de relações mais gerais e com a introdução de modelos explicativos específicos da Física, promovendo a construção das abstrações, indispensáveis ao pensamento científico e à vida. Ainda que muitas dessas competências permaneçam como objetivos comuns a mais de uma disciplina, propiciando espaços para uma ação pedagógica integrada, passam a assumir também, no ensino médio, a especificidade disciplinar.

O problema central passa a ser, então, o de identificar as competências em Física desejadas. Mas ainda que uma reflexão mais aprofundada nos permita listá-las, essas listas serão sempre parciais, dada a abrangência das habilidades envolvidas. Caberá sempre ao professor, dentro das condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de sua escola e do projeto pedagógico em andamento, selecionar, priorizar, redefinir e organizar os objetivos em torno dos quais faz mais sentido trabalhar. É muito provável

que uma escola da periferia de uma cidade grande tenha estabelecido prioridades formativas diferentes daquelas de uma escola central de uma cidade de pequeno porte.

E como identificar quais competências são essenciais para a compreensão em Física? De novo, não projetando o que um futuro engenheiro ou profissional em telecomunicações deverá precisar saber, mas tomando como referência um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico, complexo e em transformação.

Para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e Códigos e Ciências Humanas, as competências em Física foram já organizadas nos PCN de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórico e social

Retomamos, a seguir, as principais competências em Física esperadas ao final da escolaridade básica, de maneira equivalente ao que já foi apresentado nos PCN. De novo, não há a preocupação em produzir uma listagem completa, mas sim de buscar dar-lhes um sentido mais concreto, discutindo possíveis encaminhamentos e suas diferentes compreensões, ressaltando os aspectos que as tornam significativas através de situações que as exemplificam.

## I. REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO E DETALHAMENTO EM FÍSICA
<p>I.1 SÍMBOLOS, CÓDIGOS E NOMENCLATURAS DA C&amp;T</p> <p>Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos.</li><li>• Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m<sup>3</sup> é uma caixa de 2 000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.</li></ul>

<p style="text-align: center;">I.2 ARTICULAÇÃO DOS SÍMBOLOS E CÓDIGOS DA C&amp;T</p> <p>Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas, apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas.</li> <li>• Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico, para, por exemplo, descrever o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo, ou a posição relativa do Sol ao longo do dia ou do ano.</li> <li>• Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela, que organiza os dados; ou através de um gráfico, que permite analisar melhor as tendências do consumo.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">I.3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS E OUTRAS COMUNICAÇÕES DE C&amp;T</p> <p>Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de C&amp;T veiculados através de diferentes meios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis.</li> <li>• Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde.</li> </ul>



<p style="text-align: center;">I.4 ELABORAÇÃO DE COMUNICAÇÕES</p> <p>Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. Por exemplo, elaborar o relatório da visita a uma usina termelétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais.</li> <li>• Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. Por exemplo, elaborar um relatório de pesquisa sobre vantagens e desvantagens do uso de gás como combustível automotivo, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos.</li> <li>• Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico/científicos. Por exemplo, escrever uma carta solicitando informações técnicas sobre aparelhos eletrônicos, ou enviar um e-mail solicitando informações a um especialista em energia solar, explicitando claramente suas dúvidas.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">I.5 DISCUSSÃO E ARGUMENTAÇÃO DE TEMAS DE INTERESSE DA C&amp;T</p> <p>Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de C&amp;T</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoeletrica brasileira.</li> <li>• Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes.</li> </ul>

## II. INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO E DETALHAMENTO EM FÍSICA
<p data-bbox="386 373 423 401">II.1</p> <p data-bbox="261 422 558 541">ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA</p> <p data-bbox="245 562 574 730">Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la</p>	<ul data-bbox="613 422 1435 688" style="list-style-type: none"><li data-bbox="613 422 1435 688">• Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.</li></ul>

<p style="text-align: center;">II.2  INTERAÇÕES, RELAÇÕES E  FUNÇÕES; INVARIANTES E  TRANSFORMAÇÕES</p> <p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado.</li> <li>• Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes, para utilizar as leis que expressam essas regularidades, na análise e previsões de situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que a variações de correntes elétricas está associado o surgimento de campos magnéticos, pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de TV ou causas de mau funcionamento de um motor.</li> <li>• Reconhecer a existência de invariantes que impõe condições sobre o que pode e o que não pode acontecer, em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. Assim, a conservação da quantidade de movimento pode ser utilizada para prever possíveis resultados do choque entre dois carros, a trajetória de uma bola após ter batido na parede, o movimento dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol ou o equilíbrio de motos e bicicletas.</li> <li>• Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. Por exemplo, avaliar o trabalho necessário para erguer um objeto ou empurrar um caixote, a potência que o motor de um carro precisa para subir uma ladeira ou a quantidade de calorias para exercício de atividades esportivas.</li> <li>• Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.</li> </ul>
---	---

<p style="text-align: center;">II.3 MEDIDAS, QUANTIFICAÇÕES, GRANDEZAS E ESCALAS</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas. Por exemplo, escolher a forma adequada para medir quantidade de água presente em um copo ou a quantidade de alimento em uma embalagem. Ou escolher a melhor forma para medir o comprimento de uma sala ou a distância percorrida em um trajeto longo.</li> <li>• Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimar o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los.</li> <li>• Compreender a necessidade e fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações como, por exemplo, a planta de uma casa ou o mapa de uma cidade.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">II.4 MODELOS EXPLICATIVOS E REPRESENTATIVOS</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer modelos físicos microscópicos, para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor, para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos.</li> <li>• Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar o modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador.</li> <li>• Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela.</li> </ul>

<p style="text-align: center;">II.5  RELAÇÕES ENTRE  CONHECIMENTOS  DISCIPLINARES,  INTERDISCIPLINARES E  INTER-ÁREAS</p> <p>Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física, para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. Por exemplo, reconhecer que as forças elástica, viscosa, peso, atrito, elétrica, magnética etc., têm origem em uma das quatro interações fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca.</li> <li>• Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. Por exemplo, compreender que o funcionamento de um termômetro clínico pode ser explicado, em termos macroscópicos, pela dilatação térmica do mercúrio, enquanto apenas o modelo microscópico da matéria permite compreender o fenômeno da evaporação de um líquido.</li> <li>• Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo.</li> <li>• Na utilização de um conceito ou unidade de grandeza, reconhecer ao mesmo tempo sua generalidade e o seu significado específico em cada ciência. Por exemplo, energia, caloria ou equilíbrio são conceitos com significados diferentes, embora correspondentes, em física, química ou biologia.</li> <li>• Reconhecer na análise de um mesmo fenômeno as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a química trata das diferentes reações e papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo.</li> </ul>
---	---

### III. CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO -CULTURAL

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO E DETALHAMENTO EM FÍSICA
<p style="text-align: center;">III.1 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA HISTÓRIA</p> <p>Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança.</li><li>• Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas.</li><li>• Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas conseqüências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução.</li><li>• Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de <i>lasers</i>, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas.</li></ul>

<p style="text-align: center;">III.2  <b>CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA  CULTURA  CONTEMPORÂNEA</b>  Compreender a ciência e a  tecnologia como partes  integrantes da cultura humana  contemporânea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana.</li> <li>• Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, através de visitas a museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições etc., para incluir a devida dimensão da Física e da Ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos.</li> <li>• Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as idéias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas, como para a Economia ou Biologia.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">III.3  <b>CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA  ATUALIDADE</b>  Reconhecer e avaliar o  desenvolvimento tecnológico  contemporâneo, suas relações  com as ciências, seu papel na vida  humana, sua presença no mundo  cotidiano e seus impactos na vida  social</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, através de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, através das novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, TV a cabo.</li> </ul>

<p style="text-align: center;">III.4 CIÊNCIA E TECNOLOGIA, ÉTICA E CIDADANIA</p> <p>Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, na qualidade das infra-estruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor.</li> <li>• Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo estruturas abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor.</li> <li>• Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados para um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana.</li> <li>• Reconhecer, em situações concretas, a relação entre física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial.</li> <li>• Reconhecer que a utilização dos produtos da ciência e da tecnologia nem sempre é democrática, tomando consciência das desigualdades e da necessidade de soluções de baixo custo, como por exemplo, para ampliar o acesso à eletricidade.</li> </ul>
---	---

### 3. TEMAS ESTRUTURADORES PARA O ENSINO DE FÍSICA

O desenvolvimento das competências e habilidades em Física, aqui delineadas, integra os objetivos a serem atingidos pela escolarização em nível médio. Sua promoção e construção são frutos de um contínuo processo que ocorre através de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações. Para a organização dessas atividades faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e



valores desejados.

Ou seja, competências e habilidades se desenvolvem através de ações concretas, que se referem a conhecimentos, a temas de estudo. E há, certamente, certos assuntos ou tópicos com maior potencial do que outros para os objetivos pretendidos, o que impõe escolhas criteriosas. Os temas de trabalho, na medida em que articulam conhecimentos e competências, transformam-se em elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, em temas estruturadores.

No ensino fundamental, esses temas dizem respeito ao mundo vivencial mais imediato, tratando do ambiente, da vida, da tecnologia, da Terra, e assim por diante. Já no ensino médio, devem ganhar uma abrangência maior, ao mesmo tempo que também uma certa especificidade disciplinar, uma vez que para desenvolver competências e habilidades em Física é preciso lidar com os objetos da Física. Devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real.

O tratamento de diferentes campos de fenômenos implica em preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo, não só pela unidade conceitual que esses campos estabelecem, mas também por permitir uma “transcrição” da proposta nova em termos da compartimentalização anteriormente adotada, reconhecendo-a para superá-la.

No entanto, é essencial que se faça uma releitura dessas áreas, para que a definição dos temas privilegie os objetos de estudo, explicitando desde o início os objetivos estabelecidos. Embora sejam múltiplas as formas de organização dos conteúdos e as escolhas possíveis, apresentamos a seguir algumas considerações que ilustram a direção desejada.

Assim, o espaço tradicionalmente demarcado pela Mecânica passa a ser associado às competências que permitem, por exemplo, lidar com os movimentos de coisas que observamos, identificando seus “motores” ou as causas desses movimentos, sejam carros, aviões, animais, objetos que caem, ou até mesmo as águas do rio ou o movimento do ar. Nessa abordagem, a Mecânica permite desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos, macroscópicos e mais facilmente perceptíveis, ao mesmo tempo que propicia a compreensão de leis e princípios de regularidade, expressos nos princípios de conservação. Fornece, também, elementos para que os jovens tomem consciência da

evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade produtiva do ser humano. E, para explicitar essas ênfases, o estudo dos **movimentos** poderia constituir-se em um tema estruturador.

O estudo do calor será importante para desenvolver competências que permitam lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, permitindo escolher aqueles mais adequados a cada tarefa. Poderão ser promovidas, também, competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais ou, da mesma forma, com os aparatos tecnológicos que envolvem o controle do calor em ambientes. Acompanhando a evolução do trabalho humano ao longo da história, haverá que saber reconhecer a utilização do calor para benefício do homem, em máquinas a vapor ou termelétricas, ou o calor como forma de dissipação de energia, impondo limites às transformações de energia e restringindo o sentido do fluxo de calor. Nesse contexto, será ainda indispensável aprofundar a questão da “produção” e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais. Assim, **calor, ambiente, fontes e usos de energia** sinalizam, como tema estruturador, os objetivos pretendidos para o estudo dos fenômenos térmicos.

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos eletromagnéticos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Ao mesmo tempo, esses mesmos fenômenos podem explicar os processos de transmissão de informações, desenvolvendo competências para lidar com as questões relacionadas às telecomunicações. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade pode ser organizado em torno aos **equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações**.

A ótica e o estudo de ondas mecânicas podem tornar-se o espaço adequado para discutir a imagem e o som como formas de transmissão de informação, analisando os fenômenos e processos de formação de imagens e de produção de sons, mas também os processos de codificação, registro e transmissão de informações através do som e da imagem. O estudo do som pode ainda permitir uma interface importante com as artes, a música em particular, ou ainda, o reconhecimento dos vários instrumentos associados a diferentes culturas. Nessa releitura, o tema **imagem e som** redireciona o estudo da ótica e das

ondas mecânicas, colocando em destaque as competências para a compreensão do mundo da informação que se deseja privilegiar.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e *lasers* presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo da **matéria e radiação** indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico.

Finalmente, será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, **Universo, Terra e Vida** passa a constituir mais um tema estruturador.

Nessa perspectiva, foram privilegiados seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de Física:

F1	Movimentos: variações e conservações
F2	Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia
F3	Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações
F4	Som, Imagem e Informação
F5	Matéria e Radiação
F6	Universo, Terra e Vida

Esses temas apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar. Não se trata, certamente, da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados, mas serve, sobretudo, para exemplificar, de forma concreta, as possibilidades e os caminhos para o desenvolvimento das competências e

habilidades já identificadas. Exemplificam também como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas, como a Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, de forma a atribuir-lhes novos sentidos.

Cada um desses temas, contudo, não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar. Com certeza, eles somente completam seu sentido através de suas interseções e de suas relações com outras áreas do conhecimento.

Para organizar o trabalho dentro de cada tema, as atividades planejadas podem ser sistematizadas em três ou quatro unidades temáticas, cuja delimitação e seqüência favoreçam o objetivo desejado. Essa estruturação pode contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo, que se venha a atribuir a cada tema estudado. Assim, as unidades temáticas podem ser elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos de trabalho.

Para dar mais consistência à proposta da introdução de temas e unidades temáticas, apresentamos a seguir um esboço do que poderiam ser os desdobramentos de cada um dos temas identificados. Novamente, não se trata de uma lista de tópicos, mas da tentativa de exemplificar como pode ser concretizada uma associação entre competências e conhecimentos visando os objetivos formativos desejados.

---

### **Tema Estruturador 1: Movimentos: variações e conservações**

---

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais, de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. Como prever trajetórias ou movimentos após colisões, freadas, quedas? Que materiais escolher para minimizar os efeitos de uma colisão? Quais recursos utilizar para aumentar a eficiência do trabalho mecânico humano, em termos de máquinas e ferramentas?

Para isso, será preciso desenvolver competências para lidar com as leis de conservação (da quantidade de movimento linear e angular e da energia), compreendendo seu sentido, e sabendo utilizá-las para fazer previsões e estimativas. Assim, as leis de Newton podem comparecer como um caso particular da conservação da quantidade de movimento, abrindo espaço para uma compreensão mais ampla de interações reais, nas quais o tempo de

colisão tem um papel preponderante. Nessa abordagem é possível dar significado às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e aceleração, o que não ocorre quando se limita a investigação dos movimentos à sua extensa descrição através da cinemática.

O estudo dos movimentos inclui também acompanhar as conquistas do ser humano para locomover-se, desenvolvendo tecnologias que permitem seu deslocamento de forma cada vez mais rápida de um lugar a outro do planeta, e até mesmo fora dele e, para isso, concebendo continuamente materiais, projetos de veículos e potências de seus motores. Também é desse âmbito a compreensão da evolução tecnológica relacionada às máquinas mecânicas e suas transformações ao longo dos tempos.

Na organização das unidades será importante partir da fenomenologia cotidiana, para identificar o conjunto de questões com as quais podemos lidar, analisando, em seguida, a variação dos movimentos e seus "motores", com as transformações de energia a eles associadas. Nessa abordagem, as condições de equilíbrio e amplificação de forças podem ser compreendidas como decorrências da conservação de energia.

### **Unidade 1.1 : Fenomenologia cotidiana**

- identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.) buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.);
- caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal, como, por exemplo, estimando o tempo de percurso entre duas cidades ou a velocidade média de um entregador de compras;
- reconhecer que as modificações nos movimentos são consequência de interações, por exemplo, identificando que para um carro parado passar a deslizar em um ladeira, é necessário uma interação com a Terra.

### **Unidade 1.2: Variação e conservação da quantidade de movimento**

- a partir da observação, análise e experimentação de situações concretas como quedas, colisões, jogos, movimento de carros, reconhecer a conservação da quantidade de movimento linear e angular, e, através delas, as condições impostas aos movimentos;
- reconhecer as causas da variação de movimentos, associando as intensidades das

forças ao tempo de duração das interações, para identificar, por exemplo, que na colisão de um automóvel, o *airbag* aumenta o tempo de duração da colisão, para diminuir a força de impacto sobre o motorista;

- utilizar a conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.

### **Unidade 1.3: Energia e potência associadas aos movimentos**

- identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais, avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado, como, por exemplo, em uma freada ou em uma derrapagem;
- a partir da conservação da energia de um sistema, quantificar suas transformações e a potência disponível ou necessária para sua utilização, estimando, por exemplo, o combustível gasto para subir uma rampa ou a potência do motor de uma escada rolante;
- acompanhar a evolução dos processos de utilização de potência mecânica e as implicações sociais e tecnológicas a eles associadas, ao longo dos tempos (como, por exemplo, na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas).

### **Unidade 1.4 Equilíbrios e desequilíbrios**

- diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não equilíbrio (estático ou dinâmico);
- estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água;
- reconhecer processos pelos quais podem ser obtidas amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

---

## **Tema Estruturador 2: Calor, Ambiente e Formas e Usos de Energia**

---

Em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas o calor está direta ou indiretamente presente. O estudo do calor pode desenvolver competências para identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em residências ou outros locais, através da escolha adequada de materiais, tipo de iluminação e ventilação. Pode, também, promover competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações.

Para isso, será indispensável identificar fontes de energia térmica e percursos do calor, investigando propriedades de substâncias e processo de transformação de energia. A irreversibilidade dos processos térmicos será indispensável para que se compreenda tanto o sentido do fluxo de calor como a “crise de energia”, assim como limites em sua utilização. Nessa perspectiva, menos ênfase deve ser dada, por exemplo, às escalas termométricas, e mais atenção aos aspectos propriamente termodinâmicos, envolvendo o funcionamento de máquinas térmicas, o próprio conceito de calor e modelos explicativos sobre seu trânsito na matéria, seja no nível macroscópico ou microscópico.

É ainda nesse espaço que se pode possibilitar a compreensão da utilização do calor para a obtenção de outras formas de energia, identificando os diferentes sistemas e processos envolvidos, seu uso social e os impactos ambientais dele decorrentes.

### **Unidade 2.1: Fontes e trocas de calor**

- identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos;
- reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos;
- utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura à sua escala absoluta.

### **Unidade 2.2: Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores**

- compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria, em fenômenos naturais ou processos tecnológicos;
- identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando sua utilização adequada;
- identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas.

### **Unidade 2.3: O calor na vida e no ambiente**

- compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida;
- reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima;
- identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em ambientes fechados como sala de aula, cozinha, quarto etc., para utilizar e instalar adequadamente os aparelhos e equipamentos de uso corrente.

#### **Unidade 2.4: Energia: produção para uso social**

- identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social;
- identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando escolhas ou análises de balanços energéticos;
- acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida, ao longo do tempo.

---

#### **Tema Estruturador 3: Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações**

---

Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, esfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens, e assim por diante. Além disso, uma parte significativa das informações hoje disponíveis circula no planeta através de ondas eletromagnéticas, dispensando meios materiais para sua transmissão. Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? Como rádios e televisões transmitem informações? A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização.

Para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável



compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço. Nessa perspectiva, em que se procura conhecer a fenomenologia da eletricidade em situações reais, o estudo da eletrostática, ganhará sentido quando em referência a situações concretas, como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos pára-raios ou os perigos de choques elétricos.

Esse estudo deverá propiciar, ainda, a possibilidade de identificar e acompanhar o papel dos motores elétricos e dos desenvolvimentos tecnológicos associados à sua introdução no mundo produtivo, assim como das transformações produzidas pelos modernos meios de telecomunicações.

### **Unidade 3.1: Aparelhos eletromagnéticos**

- em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.);
- relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização;
- compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra, para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso;
- dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

### **Unidade 3.2: Motores elétricos**

- compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã, a magnetização de materiais ferromagnéticos ou a inseparabilidade dos pólos magnéticos;
- reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia;
- conhecer critérios que orientem a utilização de aparelhos elétricos como, por exemplo, especificações do INMETRO, gastos de energia, eficiência, riscos e cuidados, direitos do consumidor etc..

### **Unidade 3.3: Geradores**

- em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas;
- compreender o funcionamento de pilhas e baterias, incluindo constituição material, processos químicos e transformações de energia, para seu uso e descarte adequados;
- compreender o funcionamento de diferentes geradores, para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc.. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.

### **Unidade 3.4: Emissores e Receptores**

- identificar a função de dispositivos como capacitores, indutores e transformadores, diferenciando circuitos AC e DC, para analisar suas diferentes formas de utilização;
- compreender o funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas, para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras, como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular;
- avaliar o impacto que os novos recursos de telecomunicação vem exercendo sobre a vida econômica e social.

---

### **Tema Estruturador 4: Som, Imagem e Informação**

---

Para situar-se no mundo contemporâneo é necessário compreender os atuais meios de comunicação e informação, que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores. Estudar esses mecanismos significa propiciar competências para compreender, interpretar e lidar de forma apropriada com aparatos tecnológicos, como a televisão, os aparelhos de CDs e DVDs, o computador, o cinema ou mesmo a fotografia. Como obter registros de imagens ou de sons, como melhorar cópias, como projetar imagens, como amplificar sons, como isolar acusticamente uma sala, como melhorar a qualidade das informações registradas? Como som e imagem se associam em filmes, na TV ou em vídeos?

Essa abordagem implica em trabalhar tanto a natureza ondulatória comum ao som e à luz, quanto reconhecer suas especificidades. Isso inclui, quanto ao som, reconhecer suas características físicas, relacionando-as a fontes, "volume", timbre ou escalas musicais, os

meios que aprimoram sua transmissão, amplificam ou reduzem sua intensidade e sua interação com a matéria, como a produção do "eco". Também inclui, quanto à luz, compreender a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes efeitos, como ver ao longe, de perto, ampliar ou reduzir imagens. Nesse sentido, o traçado dos raios de luz deve ser entendido como uma forma para compreender a formação de imagens e não como algo real com significado próprio.

Significa também adquirir uma nova compreensão dos materiais, através de modelos sobre sua estrutura que explicam a natureza dos processos de interação da luz ou do som com esses meios. A natureza ondulatória e quântica da luz, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos de aspectos indispensáveis para a compreensão das cores ou dos processos de registro de sons e imagens em fitas magnéticas, em papéis e em discos de CDs.

O estudo do som e da imagem pode propiciar, ainda, meios para dimensionar o papel da informação para a vida social, acompanhando as transformações sociais que resultaram do domínio tecnológico, do registro, reprodução e velocidade de transmissão de informações ao longo da história.

#### **Unidade 4.1: Fontes sonoras**

- identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons, para reconhecer as características que os diferenciam;
- associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como frequência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes;
- conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora.

#### **Unidade 4.2: Formação e detecção de imagens**

- identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos;
- associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz, para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas;
- conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los

adequadamente.

#### **Unidade 4.3: Gravação de sons e imagens**

- compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs;
- compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de TV e computadores.

#### **Unidade 4.4: Transmissão de sons e imagem**

- conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação, sob forma de sons e imagens, para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou através de fibras ópticas;
- compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação, ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

---

#### **Tema Estruturador 5: Matéria e Radiação**

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.

Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; e por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, através de suas diferentes formas de interagir com a matéria. Essa compreensão das interações e da matéria, agora em nível microscópico, permite um novo olhar sobre algumas propriedades trabalhadas no ensino médio, tais como condutividade e transparência, mas permite também promover, como síntese, uma concepção mais abrangente do universo físico.

São esses modelos explicativos de matéria, de radiação e de suas interações que também possibilitam o desenvolvimento de novos materiais como cerâmicas, cristais e polímeros ou novos sistemas tecnológicos como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, *lasers* e cabos de fibra óptica.

A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência.

### **Unidade 5.1: Matéria e suas propriedades**

- utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.);
- relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.;
- compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados.

### **Unidade 5.2: Radiações e suas interações**

- identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios  $\gamma$ ) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microonda, tomografia etc.);
- compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias;
- avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

### **Unidade 5.3: Energia nuclear e Radioatividade**

- compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos;
- conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas

transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina;

- avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.

#### **Unidade 5.4: Eletrônica e Informática**

- identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos;
- identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação;
- acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

---

#### **Tema Estruturador 6: Universo, Terra e Vida**

---

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do universo ou o mundo fascinante das estrelas, e as condições para a existência da vida, como a entendemos no planeta Terra.

Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos.

Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no universo como uma indagação filosófica, e também das condições físico/química/biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história

humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões.

### **Unidade 6.1: Terra e Sistema Solar**

- conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

### **Unidade 6.2: O Universo e sua Origem**

- conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra;

### **Unidade 6.3: Compreensão Humana do Universo**

- conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações;
- compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações), através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual;
- identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

---

## **4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO ESCOLAR**

Foram apresentados seis temas estruturadores, cada um dos quais organizado em

uma seqüência de unidades temáticas, que, entretanto, **não devem ser entendidos como listas de conteúdos mínimos**. Os temas, na verdade, exemplificam e sinalizam enfoques com que o conhecimento físico deve ser trabalhado para que seja possível promover as competências desejadas, indicando uma forma de organização para o trabalho em sala de aula no ensino médio.

A seqüência dos temas, a definição das unidades, o nível de aprofundamento e o ritmo de trabalho implicam escolhas específicas, respondendo às necessidades de cada escola e cada realidade. O número de aulas por semana e o contexto social em que está inserida a escola são, por exemplo, alguns dos elementos que influenciam no processo. No entanto, essas escolhas devem ser pautadas por critérios claros e compartilhados com o conjunto dos professores.

Um desses critérios é o de buscar **dar abrangência ao conhecimento físico**, ou seja, construir um panorama de diferentes fenômenos e processos considerados relevantes para a formação da cidadania. Isso significa que, ao final da educação básica, espera-se que todos os jovens tenham tido oportunidade de ter contato com cada um desses temas, embora, provavelmente, em profundidades ou extensões diferentes.

É possível que, em certas ocasiões, o trabalho acabe por concentrar-se em uma unidade por muito mais tempo do que nas outras, mas, ainda assim, seria indispensável promover uma ampla cobertura, para que não se comprometam os objetivos propostos. No caso da Mecânica, por exemplo, limitar-se à fenomenologia cotidiana, que é o ponto de partida, impediria a construção das leis de conservação, da mesma forma que limitar-se à Cinemática, como freqüentemente acontece, desfigura o objetivo maior, que inclui o estudo das causas de variação dos movimentos. Da mesma forma, o tratamento do Eletromagnetismo, que tem seu sentido maior nos equipamentos elétricos, motores e geradores, não pode continuar limitado à Eletrostática.

A seqüência e a forma de estruturar o conhecimento em temas também vai depender de como cada escola se organizará para o trabalho na área de Ciências da Natureza e Matemática, e também de **seu projeto pedagógico**, ou, mais explicitamente, das competências que estejam sendo privilegiadas. Em uma dada escola, por exemplo, o projeto pedagógico pode visar incentivar a comunicação, tentando instaurar e ampliar a capacidade de diálogo, enquanto em outra, pode centrar-se na questão da promoção da autonomia dos jovens, ou ainda em outra, promover ações que revertam para melhoria das condições ambientais. Em cada uma dessas situações, os objetivos específicos da escola podem



gerar novas articulações de competências e conhecimentos.

Por isso mesmo, a estrutura de temas é **uma estrutura flexível**, sendo que a abordagem de cada um dos temas e unidades deve mudar, em função da seqüência de temas que estiver sendo utilizada. Se, por exemplo, o estudo dos equipamentos elétricos anteceder o tratamento de imagens e sons, por exemplo, mais ênfase pode ser dada aos processos de transformação dos sinais luminosos em elétricos.

Além disso, haverá certamente muitas maneiras diferentes para a organização das unidades, já que também elas se sobrepõem. Por exemplo, estudar geradores elétricos pode fazer mais sentido, para uns, no contexto da produção de energia. Já para outros, parecerá mais natural abordar esse aspecto no contexto dos equipamentos elétricos. Pode-se imaginar que o conjunto do conhecimento, representado nas unidades constitui de fato, uma ampla rede, que permite diferentes percursos.

Há que se considerar também elementos de ordem prática. As escolas de uma mesma região terão que manter algum tipo de uniformidade, de forma a garantir que um aluno, ao trocar de escola, não tenha seu processo de formação comprometido.

Em resumo, os critérios para seleção, estabelecimento de seqüências e o planejamento devem ter como linhas mestras as competências e a necessidade de impregnar de **significado prático e visão de mundo** o conhecimento físico apresentado ao jovem.

Assim, o que é possível, no âmbito desse documento, é apenas exemplificar opções de organização do trabalho escolar, a partir de diferentes seqüências, arranjos de temas e unidades temáticas. É nesse sentido que podemos apresentar algumas propostas, discutindo suas implicações.

Embora não exista uma seqüência obrigatória em relação ao desenvolvimento dos temas estruturadores, a ordem com que foram apresentados pode ser uma opção viável. Como se tratam de seis temas, cada um poderia estar sendo desenvolvido em um semestre letivo.

Considerando os três anos de duração do ensino médio e para garantir um processo de crescimento dos alunos, algumas ênfases deveriam ser mantidas. Certamente, todas as competências estarão sendo promovidas em todas as séries, já que qualquer abordagem temática requer tanto linguagem, como investigação ou contextualização histórica e social. No entanto, é provável que haja diferenças quanto à forma e à abrangência com que competências são trabalhadas, pois de uma série de ensino para outra espera-se que o crescimento dos alunos assim exija.

No que diz respeito aos temas, ao contrário, podem ser identificados momentos

diferentes, sendo apresentados abaixo alguns exemplos de diferentes seqüências, mantendo-se um tema por semestre letivo, ao longo dos três anos do ensino médio.

Exemplo 1:

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	F1. Movimentos: variações e conservações	F3. Equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações	F5. Matéria e Radiação
2º semestre	F2. Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia	F4. Som, Imagem e Informação	F6. Universo, Terra e Vida

Exemplo 2:

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	F2. Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia	F1. Movimentos: variações e conservações	F5. Matéria e Radiação
2º semestre	F4. Som, Imagem e Informação	F3. Equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações	F6. Universo, Terra e Vida

Exemplo 3:

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	F6. Universo, Terra e Vida	F4. Som, Imagem e Informação	F3. Equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações
2º semestre	F1. Movimentos: variações e conservações	F2. Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia	F5. Matéria e Radiação

Entende-se que a primeira série representa um espaço para uma primeira aproximação dos alunos ao conhecimento físico, de uma forma bastante concreta. Esse aspecto é ainda mais importante se considerarmos que os alunos estarão desvendando o sentido da disciplinaridade, reconhecendo e identificando o que seja uma abordagem física, química ou biológica de um problema. Já no decorrer da segunda série, poderiam ser privilegiadas visões mais diversificadas, deixando à terceira série um espaço maior para temas que representem sínteses de visão de mundo, com maior abstração, quando os estudantes já se encontram

mais amadurecidos e com conhecimentos específicos que permitem fazer reflexões com maior profundidade e qualidade.

Assim, em todos os três exemplos apresentados, embora os temas estruturadores escolhidos para cada série sejam diferentes, para a primeira série poderá estar reservado o desenvolvimento de competências investigativas mais simples, quase sempre em abordagens macroscópicas, e de compreensão da Física num nível mais fenomenológico. Para essa série, no Exemplo 1, o estudo do movimento pode se restringir à utilização das leis de conservação do movimento e da energia em sistemas simples, como aqueles que envolvem movimentos unidimensionais, ou relações diretas entre causa e efeito, relações matemáticas lineares etc. Reconhecendo, no entanto, o desenvolvimento e crescimento dos alunos, quando esse mesmo tema for abordado na segunda série, como no Exemplo 2, outras formas de abordagem podem ser privilegiadas, incluindo competências relativas à compreensão de processos de produção tecnológica, envolvendo cálculos mais complexos de trabalho, eficiência de motores e até análise de movimentos bidimensionais.

Tendo como objetivo o desenvolvimento de competências, é sempre possível tratar qualquer um desses temas em qualquer das séries. Entretanto, existem temas mais adequados para o desenvolvimento de certas competências, como é o caso dos temas Matéria e Radiação e Universo, Terra e Vida, que são propostos para a terceira série por apresentar elementos que permitem realizar sínteses mais consistentes.

Nada impede, porém, que o tema Universo, Terra e Vida venha a ser trabalhado na primeira série. Nesse caso, contudo, o tratamento mais adequado será aquele que, ao invés de privilegiar sínteses, parta, por exemplo, da observação e tome como referência os fenômenos que no dia-a-dia revelam os movimentos da Terra em torno do Sol.

Esses exemplos constituem-se em exercícios que buscam explicitar, por um lado, a flexibilidade necessária para contemplar diferentes realidades e, por outro, o sentido único que o desenvolvimento de competências permite imprimir ao trabalho.

Nessa perspectiva, também deve ter ficado claro que não é necessário manter a abordagem de um único tema por semestre letivo, desde que seja propiciada uma abordagem ampla dos fenômenos físicos, ainda que com níveis de aprofundamento diferenciados.

Finalmente, é indispensável lembrar que essas definições transcendem o espaço de decisão de um professor de Física isoladamente, mas devem ser produto de discussões coletivas envolvendo professores de diferentes áreas, direção da escola, diálogo entre escolas de perfil equivalentes ou que atendem a regiões vizinhas, e até mesmo redes locais.

## **5. ESTRATÉGIAS PARA A AÇÃO**

A discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas, na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam, de forma bem mais concreta, o que se deseja promover.

Fazer opções por determinadas formas de ação ou encaminhamento das atividades não é tarefa simples, já que exige o reconhecimento do contexto escolar específico, suas características e prioridades, expressas nos projetos dos professores e alunos e nos projetos pedagógicos das escolas. Discutir estratégias não deve, também, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula. Mesmo reconhecendo a complexidade da questão, será sempre possível apresentar alguns exemplos, com o objetivo de reforçar o significado último que se deseja do trabalho escolar, no que diz respeito mais de perto ao fazer da Física.

### **O Mundo Vivencial**

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado através de um diálogo constante, entre o conhecimento, os alunos e os professores. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo.

Como exemplo, podem ser utilizados os meios de informação contemporâneos que estiverem disponíveis na realidade do aluno, tais como notícias de jornal, livros de ficção científica, literatura, programas de televisão, vídeos, promovendo diferentes leituras e/ou análises críticas. Ou pode ser sugerida a utilização do saber de profissionais, especialistas, cientistas ou tecnólogos, tais como eletricitas, mecânicos de automóveis, como fonte de aquisição do conhecimento incorporado a suas respectivas práticas, utilizando para isso entrevistas. Ainda, podem ser estimuladas visitas a museus de ciência, exposições, usinas hidrelétricas, linhas de montagem de fábricas, frigoríficos, instituições sociais relevantes, de forma a permitir ao aluno construir uma percepção significativa da realidade em que

vive.

Todas essas estratégias reforçam a necessidade de considerar o mundo em que o jovem está inserido, não somente através do reconhecimento de seu cotidiano enquanto objeto de estudo, mas também de todas as dimensões culturais, sociais e tecnológicas que podem ser por ele vivenciadas na cidade ou região em que vive.

### **Concepção de mundo dos alunos**

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar, e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência. Em relação aos movimentos, por exemplo, muitos acreditam que só há movimento com a ação de uma força, tendo dificuldade em associar a força à *variação* do movimento. É freqüente deparar-se, também, com explicações para os processos térmicos em que frio e quente correspondem a algo que se movimenta de um corpo a outro, da mesma forma que utilizam modelos que incluem dois tipos de corrente, positiva e negativa, cada um ligado a um dos pólos da tomada.

Muitas vezes a incompreensão do professor sobre certas respostas que os alunos apresentam em sala de aula deve-se a seu desconhecimento sobre esses modelos construídos intuitivamente. Da mesma forma, esses modelos explicam também a dificuldade dos alunos em compreender e assimilar os modelos que lhes são apresentados.

Para que ocorra um efetivo diálogo pedagógico é necessário estar atento ao reconhecimento dessas formas de pensar dos alunos, respeitando-as, pois são elas que possibilitam traçar estratégias de ensino que permitem a construção da visão científica, através da confrontação do poder explicativo de seus modelos intuitivos e aqueles elaborados pela ciência.

### **O Sentido da Experimentação**

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas.

Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais.

### **Formas de expressão do saber da Física**

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas.

Todas essas estratégias permitem formas de representar e sistematizar o conhecimento que se confundem com a própria produção de um novo conhecimento, contribuindo também, para explicitar e reforçar as relações do conhecimento científico com outras formas de expressão do saber.

### **Resolução de problemas**

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver

outras competências.

Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das *fórmulas*. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidas anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois passa-se a lidar com algo real ou próximo dele.

Por exemplo, é bastante diferente a natureza das competências envolvidas na solução de um dado problema, em que é apenas solicitado o cálculo da distância percorrida por um corpo com desaceleração constante, e de um outro, em que se solicita a análise das conseqüências de altas velocidades de veículos. Embora nessas duas situações a solução do problema exija o mesmo instrumental matemático, a própria estratégia para a resolução de problemas é também bastante diferente. Enquanto na primeira, trata-se de associar os elementos do enunciado a uma equação matemática, já na segunda, são necessários a identificação da situação problema, o levantamento de hipóteses, a escolha de caminhos para a solução, além da análise dos resultados, principalmente no que diz respeito à sua coerência com o que o aluno conhece da realidade.

### **A Física como cultura**

Passar a tratar a Física como parte da cultura contemporânea abre, sem dúvida, uma interface muito expressiva do conhecimento em Física com a vida social, seja através da visita a museus, planetários, exposições, centros de ciência, seja através de um olhar mais atento a produções literárias, peças de teatro, letras de música e performances musicais. Cada vez mais elementos do mundo científico, sua linguagem e principalmente a visão de mundo que o traduz, estão presentes num amplo conjunto de manifestações sociais. Da mesma forma, as questões relativas ao desenvolvimento tecnológico e ao desenvolvimento econômico, em diferentes níveis, acompanham o dia-a-dia da vida contemporânea e frequentemente podem ser analisadas na perspectiva do conhecimento científico.

Finalmente, e para além da História da Física, cada lugar tem sua história, que inclui contribuições para o desenvolvimento do saber inserido na realidade da cidade ou da região, com seus protagonistas próprios. Investigar e resgatar a história do desenvolvimento do saber técnico e científico local pode também ser uma estratégia significativa na direção do estabelecimento de uma visão da ciência enquanto atividade humana e social.

Há, portanto, um amplo conjunto de atividades, como as exemplificadas, que

podem contribuir para que o ensino de Física promova competências de caráter cultural e social, conferindo ao conhecimento científico suas dimensões mais humanas.

### **A Responsabilidade Social**

Na perspectiva da formação desejada, o conhecimento e as competências promovidas somente adquirem seu sentido pleno quando transformados em ação.

Assim, será importante estimular a efetiva participação dos jovens na vida de seu bairro e cidade, conscientizando-os de sua responsabilidade social. Isso poderá ser feito através de projetos que envolvam intervenções na realidade em que vivem, incluindo desde ações de difusão de conhecimento, como por ocasião de eclipses, por exemplo, a levantamento de dados, como, por exemplo, em relação às formas de consumo da população e seus direitos como consumidores, ou propondo ações para minimizar o consumo de água e energia ou monitorando fluxos de tráfego, poluição ambiental ou poluição sonora, acompanhando o impacto ambiental de indústrias, identificando os problemas da comunidade, sempre buscando intervenções significativas no bairro ou localidade. Ações dessa natureza podem fazer com que os jovens sintam-se de fato detentores de um saber significativo, a serviço de uma comunidade, expressão de sua cidadania.

---

O conjunto das idéias aqui apresentadas procurou explicitar algumas das dimensões a serem consideradas na reformulação das práticas e objetivos formativos do ensino de Física no ensino médio. Deve ser considerado, no entanto, apenas como o ponto de partida para uma discussão hoje imprescindível e urgente. É necessário que seja dada uma atenção toda especial para a articulação entre as competências, conhecimentos e estratégias a serem propostos e desenvolvidos. Essa, com certeza, é uma articulação que demanda atenção e discussão, para que gradualmente possam ser identificados os fatores que integrem esses vários aspectos, concretizando novas práticas de sala de aula. Discussão, reflexão, troca de experiências e vivências são as tarefas de sempre, mas prioritárias no momento. E embora a questão educacional tenha sempre se revelado como altamente complexa, a garantia de sucesso para a empreitada é nunca perder de vista o objetivo último da cidadania desejada, uma cidadania consciente, atuante e solidária.

---