

**MATERIAL DIDÁTICO**



**HISTÓRIA DA FÍSICA  
E CONTEXTUALIZAÇÃO  
DA PRÁTICA DOCENTE**

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{S - S_0}{T}$$

# **HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE**

## **SUMÁRIO**

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                   | <b>3</b>  |
| <b>1 O SURGIMENTO DA FÍSICA E A COSMOLOGIA ANTIGA .....</b>               | <b>4</b>  |
| <b>2 A GRÉCIA ANTIGA E A FÍSICA DE ARISTÓTELES.....</b>                   | <b>5</b>  |
| 2.1 A física aristotélica.....                                            | 5         |
| <b>3 A FÍSICA NA IDADE MÉDIA E NA IDADE MODERNA .....</b>                 | <b>7</b>  |
| <b>4 O RENASCIMENTO E A MECÂNICA CLÁSSICA .....</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>5 A FÍSICA MODERNA.....</b>                                            | <b>9</b>  |
| <b>6 A TEORIA QUÂNTICA .....</b>                                          | <b>9</b>  |
| <b>7 O EFEITO FOTOELÉTRICO E A TEORIA DA RELATIVIDADE.....</b>            | <b>11</b> |
| <b>8 A EVOLUÇÃO DA FÍSICA DESDE GALILEU AO INÍCIO DO SÉCULO XXI .....</b> | <b>12</b> |
| <b>9 HISTÓRIA da Física no Ensino Médio .....</b>                         | <b>15</b> |
| 9.1 A necessidade do ensino de História da Física.....                    | 17        |
| <b>10 Problemática e Contextualização no Ensino de Física .....</b>       | <b>19</b> |
| 10.1 A Contextualização sob Três Enfoques.....                            | 21        |
| 10.2 A Relação Didática e as Situações de Aprendizagem.....               | 26        |
| 10.3 A Problemática.....                                                  | 29        |
| <b>11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                | <b>37</b> |



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

## INTRODUÇÃO

Prezado aluno!

O Grupo Educacional FAVENI, esclarece que o material virtual é semelhante ao da sala de aula presencial. Em uma sala de aula, é raro – quase improvável - um aluno se levantar, interromper a exposição, dirigir-se ao professor e fazer uma pergunta, para que seja esclarecida uma dúvida sobre o tema tratado. O comum é que esse aluno faça a pergunta em voz alta para todos ouvirem e todos ouvirão a resposta. No espaço virtual, é a mesma coisa. Não hesite em perguntar, as perguntas poderão ser direcionadas ao protocolo de atendimento que serão respondidas em tempo hábil.

Os cursos à distância exigem do aluno tempo e organização. No caso da nossa disciplina é preciso ter um horário destinado à leitura do texto base e à execução das avaliações propostas. A vantagem é que poderá reservar o dia da semana e a hora que lhe convier para isso.

A organização é o quesito indispensável, porque há uma sequência a ser seguida e prazos definidos para as atividades.

Bons estudos!

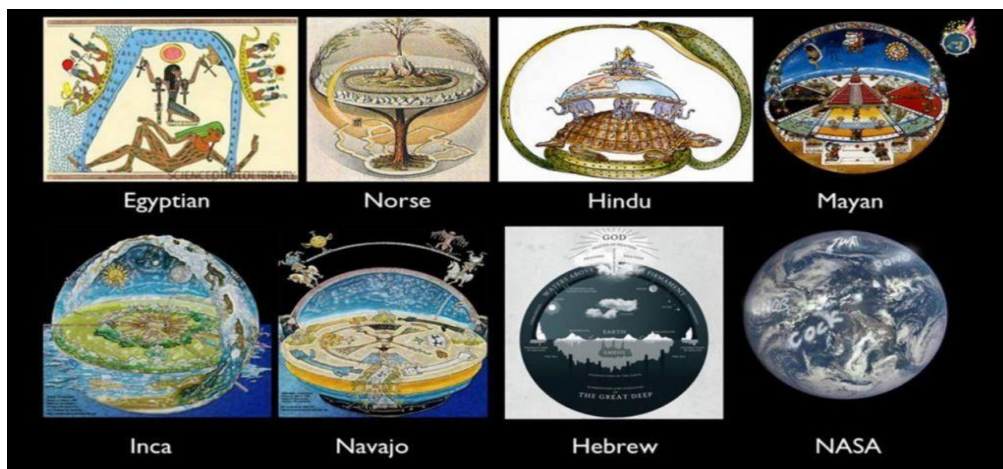
# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

## 1 O SURGIMENTO DA FÍSICA E A COSMOLOGIA ANTIGA

Ao longo da história, a física nos mostrou gênios como Galileu, Einstein, Newton e muito mais. Mas antes desses números, alguns fundamentos da física foram aplicados. Pode-se dizer que a física originou da decisão humana de observar e analisar os fenômenos naturais de forma racional, sem recorrer a explicações místicas ou divinas.

No passado, os povos antigos esclareciam questões do universo por meio de magia, projetando seus sentimentos e pensamentos internos nos acontecimentos que presenciavam. Desse modo, a cosmologia mais primitiva conhecida a dos povos neolíticos, se apoiava naquilo que eles interagiam de imediato. Os intensamente eventos fora da vida corriqueira das pessoas eram tomados quanto sobrenaturais.

Posteriormente, com a empresa da benevolência em sociedades, a imprescindibilidade de uma estabilidade maior se culminou na produção de mitos mais elaborados capazes de falar a origem do universo. Apesar que até agora perpetuam os temas sobrenaturais, preocupa-se em informar uma razão nos fatos apresentados nessas histórias. Tornando uma experiência de interpretação racional do mundo diário. Por isso, por mais que muitos desses mitos pareçam tolos, eles foram, de alguma maneira, a origem das nossas primeiras teorias científicas.



Fonte: [scienco.com.br](http://scienco.com.br)

O estudo da cosmologia pelas culturas ao longo do tempo.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

O advento da escrita trouxe um novo salto para a ciência e para a difusão do conhecimento. Os babilônios, que aprenderam muito com o legado sumério, eram bem versados em astronomia. Alguns de seus registros detalhados de fenômenos astronômicos (como eclipses lunares e posições planetárias) foram feitos em 800 a.C e são os registros científicos mais antigos disponíveis. Outros exemplos de povos que tiveram muito a ver com o avanço da cosmologia são os egípcios, os indianos e os chineses.

## 2 A GRÉCIA ANTIGA E A FÍSICA DE ARISTÓTELES



Fonte: [scienco.com.br](http://scienco.com.br)

Os gregos, que tomaram muitos conhecimentos de babilônios, também contribuíram significativamente para o desenvolvimento da física com o uso de argumentação e lógica. Ocasionalmente eles fazem alguns experimentos, que ainda são um pouco "rude" devido a restrições de tempo. As primeiras tentativas no mundo ocidental de formular explicações racionais para fenômenos naturais começaram aí. Alguns exemplos de pensadores gregos antigos incluem: Leucipo e Demócrito, que propuseram dividir a matéria em pequenas unidades chamadas átomos; Aristarco de Samos, que propôs a teoria heliocêntrica e tentou calcular a terra, a lua e um dos homens do tamanho relativo do sol; e Arquimedes, que desenvolveu um conhecido princípio hidrostático - o princípio de Arquimedes - relacionado à força de empuxo.

### 2.1 A física aristotélica

Um pensador que merece atenção graças às suas teorias físicas é Aristóteles.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

Ele acreditava na existência de quatro elementos que compunham toda a terra: terra, fogo, água e ar, e uma quinta essência chamada "éter" que compunha o céu e o resto da matéria do universo. A lógica estabelecida era que substâncias pesadas como o ferro tinham a terra como componente principal, os demais objetos mais leves tinham maior presença dos demais elementos, ou seja, eram menos "terrestres", esses compostos (com exceção do éter) e as proporção deles variou de pessoa para pessoa.

Em seu livro chamado "Física", ele se dedicou à análise do conceito de movimento. Em sua concepção, o movimento significava mudar: foi a passagem do que está em "potência" para o "ato" (etapa o que pode ser para a existência de algo).



Ele novamente define que existem quatro razões fundamentais para que o movimento ocorra:

a) Causas formais: o movimento das coisas se deve a uma predisposição inata. Um ser se move porque tem potencial para mover (usando os conceitos de "potencial" e "ação").

b) Causa eficiente: é a causa externa e direta do movimento. Exemplo: segurando uma pedra a alguma distância do solo - no entanto, devido à sua natureza, tem uma "tendência a cair", por isso para isso, a mão deve ser aberta e deixada cair.

c) Causa material: é a matéria ou substância da qual uma coisa é formada.

Exemplo: A pedra não tenderia a cair se não fosse feita do elemento terra (lembre-se dos quatro elementos discutidos acima) subiria como fumaça em vez de cair.

d) Causa final: toda transformação/movimento tem um fim, geralmente esse fim é a realização da forma ou essência atual.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

Nesse sentido, Aristóteles definiu que somente seres perfeitos podem permanecer constantes e honesto.

Então, em uma situação perfeita, não há "potencial" - atos puros não precisam sofrer mudança. Em poucas palavras, os princípios básicos da física aristotélica são:

- Posição natural: cada elemento existente gosta de estar em uma posição específica diferente. O espaço, está relacionado com o centro da terra, e o centro da terra é também o centro do universo.
- Gravidade: para chegar a este determinado local, o objeto está sujeito a uma força para baixo ou para cima.
- Movimento linear: é um movimento em resposta a esta força: um movimento linear a uma certa velocidade contínuo.
- Relação com densidade e velocidade: a velocidade é inversamente proporcional à densidade.
- O vácuo não pode existir: no vácuo, o movimento teria velocidade infinita.
- O éter preenche o espaço: todos os pontos do espaço são preenchidos com matéria.
- Universo Infinito: não pode haver limites no espaço.
- Teoria do Continuum: existe um vácuo entre os átomos, então a matéria não pode ser minúscula, atômica.
- Essência: objetos distantes da superfície da Terra não são compostos de matéria terrestre primordial.
- Universo Imortal e Eterno: o sol e os planetas são esferas perfeitas imutáveis.
- Movimento circular: os planetas descrevem o movimento circular perfeito.

### 3 A FÍSICA NA IDADE MÉDIA E NA IDADE MODERNA

Com o passar da história, o Império Romano surgiu - como o conhecemos e, incorporou muito da cultura e da ciência dos gregos. No século 5 o Império Romano do Ocidente chegou ao fim e começou um período conhecido como Idade Média. O acesso ao conhecimento e à



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

educação foi bastante restrita durante a Idade Média - quando a Igreja Católica detinha o monopólio dos intelectuais, resultando na desaceleração da produção científica. A maior parte do conhecimento grego foi responsável apenas pelo Oriente Médio e Egito, e também foi traduzido para o árabe. Assim, os árabes puderam aprender e aperfeiçoar as técnicas e descobertas dos pensadores e matemáticos gregos, vale ressaltar também que os persas articularam a lei da refração.

Assim como o fim do Império Romano do Ocidente foi o início da Idade Média, o fim do Império Romano do Oriente foi o início da era moderna. Nessa transição, um grande movimento merece nossa ênfase: o Renascimento. Na Europa, o comércio renasceu, as cidades cresceram, a burguesia se ergueu e novas formas de ver e pensar vieram à tona. Europeus redescobrem conhecimento grego e árabe, surgem nomes importantes da física.

## 4 O RENASCIMENTO E A MECÂNICA CLÁSSICA

Como já vimos, na Grécia antiga começaram a ser sintetizadas as observações e percepções dos fenômenos e movimentos ocorridos na Terra, dando origem ao estudo da mecânica na física. Podemos citar alguns cientistas relacionados do período renascentista para dizer que os estudiosos deram outro salto na física mecânica com o uso extensivo de pesquisa experimental e métodos observacionais.

- Nicolau Copérnico publicou seu livro em 1541 e restaurou o heliocentrismo com uma prova matemática para sustentar sua tese.
- Galileu Galilei propôs várias teorias de movimento, incluindo: movimento uniforme, movimento pendular simples e movimento de projétil.
- Johannes Kepler formulou suas leis (as duas primeiras foram publicadas em 1609, a terceira em 1619), definindo órbitas planetárias como elípticas, e determinando um raio orbital constante envolvendo período e valor médio.
- René Descartes desenvolveu sistemas de coordenadas cartesianas e geometria analítica.

Em 1687, Isaac Newton realizou pesquisas que trouxeram uma grande contribuição ao estudo da física mecânica com seu livro Física Mecânica com sua obra “Princípios Matemáticos



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

da Filosofia Natural”. Nesse livro, ele unificou três leis do movimento: a lei da inércia, a segunda lei de Newton (conhecida como  $F = m \cdot a$ ) e as leis da ação e reação. As leis do movimento de Newton e a teoria da gravitação universal lançaram as bases para a mecânica clássica. Sua influência continua até hoje e foi a opinião científica dominante até ser superada pela teoria da relatividade de Einstein, que revisaremos mais adiante.

## 5 A FÍSICA MODERNA

No final do século XIX, a física já havia lidado com alguns problemas complexos envolvendo situações macroscópicas, as teorias da termodinâmica e cinética estavam bem consolidadas, a ótica geométrica podia ser explicada por ondas eletromagnéticas e as leis de conservação de massa, energia e tempo foram confirmados, aceito pela maioria dos cientistas.

No entanto, o conhecimento da época estava em um impasse: alguns fenômenos físicos, como a distribuição de energia em um corpo negro e o efeito fotoelétrico, não podiam ser explicados pelas teorias clássicas. A partir disso, surgiu uma nova era chamada “física moderna”, que resolveu essas questões sem resposta e revolucionou mais uma vez o ambiente científico.

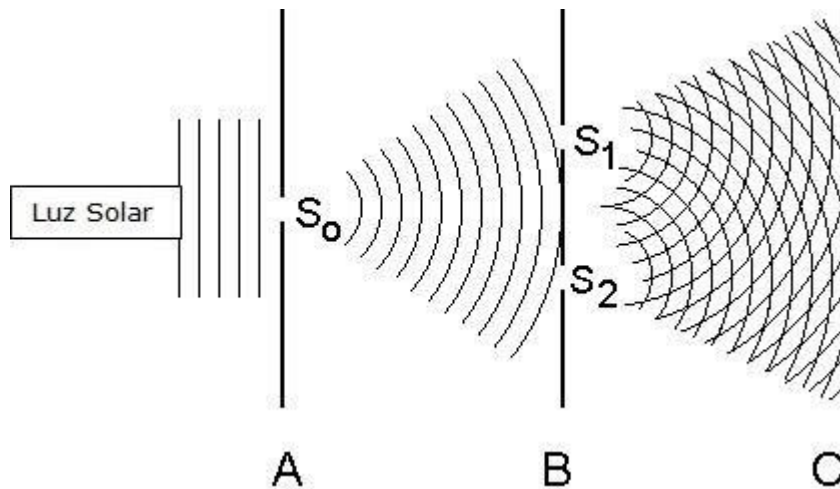
A descoberta da radiação também foi ligada as pesquisas físicas e químicas posteriores. Marie e Pierre Curie, em seus experimentos para separar elementos radioativos de rádio e polônio, levantaram questões sobre a natureza indivisível dos átomos e a natureza da matéria.

## 6 A TEORIA QUÂNTICA

Anteriormente, pensava-se que a luz era volátil. Cientistas como Robert Hooke, Christian Huygens e Leonhard Euler observaram esse comportamento experimentalmente e formularam a teoria ondulatória da luz. De fato, o experimento de dupla fenda de Thomas Young levou à aceitação geral dessa teoria.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

Uma demonstração do experimento pelo físico britânico Thomas Young. A luz viaja através da fenda, demonstrando a capacidade de difratar e interferir - ambas as propriedades das ondas.



Fonte: [scienco.com.br](http://scienco.com.br)

No entanto, devido à descoberta de raios catódicos e problemas com radiação de corpo negro, essa tese não parece ser capaz de explicar o comportamento de toda a luz observada. Às vezes parece uma partícula, às vezes parece uma onda. Neste caso, a hipótese de Planck sobre a liberação e absorção de energia no pacote discreto/quantizado é suportada. Segundo Planck, a energia contida em um fóton é dada pela seguinte equação:

$$E = h \cdot f$$

Em que:

- $h$  é uma constante (denominada de constante de Plank);
- $f$  é a frequência da radiação.

Ainda sobre a questão da dualidade da luz - partículas e ondas - outro cientista relevante é Louis de Broglie. Em seu doutorado ele postulou que deveria haver uma dualidade entre matéria (e luz), tanto como ondas quanto como partículas. Ele também foi capaz de calcular o comprimento de onda da partícula. Portanto, a relação de Broglie é dada por:

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

$$\lambda = h/p$$

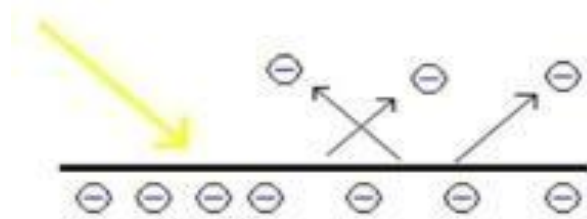
Assim, observou-se que a teoria quântica é resultado da colaboração de vários cientistas, incluindo: Planck, Einstein, Rutherford, Bohr, Schrödinger, Pauli e Heisenberg.

Para explicar o movimento dos elétrons ao redor do núcleo (porque as leis de Newton não dão resultados corretos para esses sistemas muito pequenos), alguns modelos atômicos foram propostos. Rutherford propôs seu modelo planetário, que foi reformulado por Bohr (usando o conceito de quantificação mencionado acima) para garantir órbitas estáveis, cada uma com uma energia diferente. Finalmente, em 1925, o trabalho de Erwin Schrödinger e Werner Heisenberg finalmente estabeleceu a teoria quântica.

## 7 O EFEITO FOTOELÉTRICO E A TEORIA DA RELATIVIDADE

Em 1905 é considerado um ano para a carreira científica de Einstein. Naquele ano, ele publicou cinco artigos, três dos quais revolucionaram a física. Embora sua teoria da relatividade seja bem conhecida do público, seu trabalho sobre o efeito fotoelétrico lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física. Mas em que consiste esse efeito?

Figura ilustrativa do efeito fotoelétrico.



Fonte:scienco.com.br

O efeito fotoelétrico é um fenômeno de origem quântica caracterizado pela emissão de elétrons por materiais irradiados por radiação eletromagnética de frequência específica. Este elétron emitido adquiriu um novo nome: o fóton. Essa consequência foi revelada pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1886, mas Einstein apresentou uma explicação teórica para ele com



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

base na ideia teórica quântica de Max Planck de quantificar energia em pequenos pacotes. Assim, ele provou inequivocamente a dualidade onda-partícula da luz.

Em relação à teoria da relatividade, temos as seguintes subdivisões: Relatividade Especial - que analisa fenômenos em referenciais inerciais - e Relatividade Geral - que estuda fenômenos em referenciais não inerciais. A Teoria da Relatividade Especial (também chamada de Teoria da Relatividade Especial) pode ser resumida basicamente em duas hipóteses:

- As leis da física são as mesmas em todos os sistemas de referência inerciais.
- O valor da velocidade da luz no vácuo é o mesmo para qualquer referencial inercial, ou seja,  $c=300.000 \text{ km/s}$ .

De maneira bem simples, a teoria da relatividade relaciona o tempo e o espaço. Nota-se: o tempo é um caminho pelo qual somos obrigados a trilhar, logo, mesmo parados no espaço, estamos nos movendo no tempo. Os segundos continuam a passar constantemente, independente da nossa vontade. Porém, Einstein descobriu que seria possível acelerar ou frear essa passagem do tempo. Unicamente o que basta fazer para o tempo ir mais vagarosamente é se movimentar!

Mas esse efeito só é perceptível em velocidades muito altas. Se conseguirmos construir uma espaçonave com velocidade de 1,07 bilhão de quilômetros por hora e viajar no espaço por 1 ano, quando voltarmos à Terra, as pessoas que ficarão para trás serão 10 anos mais velhas que nós! Se pudéssemos viajar na velocidade da luz, o tempo pararia. Mais tarde, Einstein também concluiu que matéria e energia também estão conectadas. Isso é representado pela famosa equação:  $E = mc^2$

## 8 A EVOLUÇÃO DA FÍSICA DESDE GALILEU AO INÍCIO DO SÉCULO XXI

A revolução científica do século XVII, que começou com Galileu, resultou principalmente dos seguintes fatos: uma descrição linear do fenômeno que foi tomada como ponto de partida. Galileu conseguiu essa façanha de uma maneira notável de interpretar o movimento de um projétil como uma combinação de dois movimentos: movimento vertical e horizontal. Porque o último passo é fácil, é a soma de duas ações. Desta forma, o princípio da superposição é realizado, em pedra e cal, em física. Por outro lado, no estudo do movimento

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

relativo, o Giordano Bruno, destacou o princípio de superposição, mais tarde conhecido como a teoria da relatividade de Galileu que provou ser suficiente para descrever os fenômenos da época pesquisada.

Descartes sistematizará esse princípio de superposição, o princípio de adição de velocidade de Galileu, como uma simples consequência da abordagem linear, onde, como sabemos, o todo é igual à soma das partes. ou a coisa toda é exatamente a mesma. Supõe-se implicitamente que as várias partes que compõem o todo não se modificam na interação. Por outro lado, há uma correlação direta entre ação e reação. Newton vai ainda mais longe ao postular o princípio da superposição como a base conceitual de toda a sua mecânica em seus Principia.

Esse estado de onipresença do princípio da superposição, o método cartesiano, persistirá sem maiores problemas na física convencional, física clássica, até o início do século 20, seguido Leibniz, Huygens, Bernuilli e outros. Depois para as teorias de campo, mas todos esses novos desenvolvimentos conseguiram se encaixar, querendo ou não, no paradigma mecanicista de onde o princípio cartesiano da superposição era onipresente e onipotente.

Deve-se notar que a mecânica, astronomia, eletricidade, termodinâmica quanto o magnetismo é construído a partir dessa estrutura conceitual chamada de física clássica. Por outro lado, o grande progresso tecnológico do século XVIII e XIX são possíveis ao progresso científico. À medida que o século 20 se aproximava, as coisas começaram a ficar complicadas na ciência. Principalmente em dois aspectos:

A primeira complexidade surge no reino da alta velocidade, ou seja, velocidades que se aproximam da velocidade da luz. Nesses campos, a lei usual de adição de velocidades, o princípio da superposição, tem mostrado seu fracasso devido à sua incapacidade de explicar os resultados de certos experimentos, nomeadamente os de Michelson e Morley, o que acontece são essas velocidades, perto da velocidade de saturação, o princípio da superposição é simples e os resultados da aproximação cartesiana linear não são mais suficientes para descrever esta situação. Pode-se perceber que se trata de um fenômeno essencialmente não linear, onde há a interação entre o sistema e o ambiente. Neste caso, a lei da adição da velocidade não funciona. Na verdade, o que acontece é o acron ou corpúsculo integrado no campo gerado por suas ondas theta, apesar da velocidade muito alta, sua velocidade natural instantânea, sofre atraso de sua velocidade média devido à interação com

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

o meio caótico subquântico. A velocidade média continua até que uma velocidade estacionária seja alcançada, ou seja, a velocidade máxima possível compatível com a condição.

No entanto, dependendo do tipo e das condições físicas do meio, como a temperatura, essa velocidade pode variar, e em condições normais essa velocidade média máxima possível, a velocidade de saturação, será independente da velocidade do meio. Esta velocidade pode ser diferente, porém, atinge rapidamente a taxa de saturação e permanece constante para todos os efeitos práticos. Esta velocidade de saturação só pode ser excedida em condições experimentais muito especiais, como o efeito túnel.

O que você vai fazer agora ao invés de ver que estamos lidando com um fenômeno tipicamente não linear e que nessas condições a lei usual da superposição linear não funciona, pois as velocidades em questão estão exatamente na região de saturação e, portanto, como se a velocidade estivesse sob as condições ordinárias em que os experimentos foram conduzidos, nem aumentando nem diminuindo, a invariância da velocidade da luz seria simplesmente postulada direta ou indiretamente por um postulado, forçando assim uma linearização extremamente complexa dos fenômenos, com as consequências catastróficas que inevitavelmente se seguiram.

O que você vai fazer agora? Em vez de ver que este é um fenômeno não linear típico e, nessas condições, a lei usual da superposição linear não funciona porque a velocidade em questão está bem na região de saturação, então não importa o quanto se assim for, em circunstâncias normais, a velocidade não aumentará ou diminuirá. O experimento aconteceu, seria simplesmente assumido que direta ou indiretamente a velocidade da luz não muda. Quero dizer, você tem que se esconder, a natureza da força da linearização assume um fenômeno essencialmente não linear e um fenômeno extremamente complexo com consequências catastróficas inevitavelmente.

A segunda complicação tem a ver com objetos microscópicos, na escala quântica. Neste campo, surge o problema do dualismo onda-partícula, mostrando que a entidade de certa forma, os quanta se comportam como ondas e partículas. Novamente estamos lidando com fenômenos não lineares típicos, portanto, porque são suficientes. A descrição é necessária para abandonar a usual aproximação linear cartesiana. Niels Bohr, ao invés de enfrentar essa situação, vai esconder, mascarar essa não linearidade da mesma forma. O conhecido princípio de complementaridade inerente aos fenômenos de escala quântica,

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

hipóteses que fazem com que a função de onda diminua ou colapse então criou uma chamada teoria linear, ou seja, linear em todo o domínio, exceto quando se mede quando a função de onda colapsa.

Desta inconsistência fundamental, da recusa em aceitar a não linearidade como ponto de partida, leva a todos os paradoxos e problemas enfrentados pela mecânica quântica ortodoxa.

Agora estamos mais distantes no tempo, então temos uma visão mais clara uma tentativa grosseira de física do século 20, essencialmente um fenômeno de linearização não linearidade, percebemos a necessidade de desenvolver um tipo totalmente novo de física geral, mais global. Tal hiperfísica naturalmente começaria com a suposição de que tanto na escala quântica quanto na alta velocidade, perto da saturação, precisa de um método desde o início da não linearidade baseada no princípio da organização da eutritmia.

## 9 HISTÓRIA DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

De acordo com as Diretrizes e Lei de Bases da Educação Brasileira (Lei 9.394/96), o principal objetivo da educação básica é "desenvolver o aluno, assegurar-lhe na formação essencial para o exercício da cidadania, do trabalho e o aprofundamento". Assim, a construção do conhecimento científico, a tecnologia e a cultura são um processo sócio-histórico, e a revisão histórica pode proporcionar condições para que alunos do ensino médio entendam como chegam no estágio atual de desenvolvimento e onde e/ou como as coisas começaram.

Princípios enfatizados nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio e a contextualização é o processo de criar raízes cientificamente definidas na realidade e permitem que os alunos experimentem uma aprendizagem significativa. De acordo com essas diretrizes: dos fenômenos cotidianos ao conhecimento escolar, a relação entre a física e as ciências sociais é mais clara, levando em conta a contextualização sociocultural do conhecimento científico, incluindo os aspectos históricos e sociais envolvidos na produção do conhecimento e da tecnologia, como um apontar essencial para a construção do conhecimento.

Então temos que habilitar para dar pleno jogo ao potencial dos alunos, portanto, é necessário estabelecer uma ponte entre as aulas de física e sua história. No entanto, os PCNs



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

(Parâmetros Curriculares Nacionais) criticaram o ensino tradicional de física, dizendo que "ensinar é conceitos, leis e fórmulas são muitas vezes apresentados de forma incoerente, distância do mundo que os alunos vivenciam, completamente desconectados do contexto histórico".

Portanto, a contextualização de conteúdo, interdisciplinaridade, questões metodológicas da história da Física - a capacidade de compreender as relações que temos com ela, outros membros da natureza e sua historicidade - soa como novas possibilidades na área de ensino e aprendizagem. Intenção de usar a biografia da física como um recurso didático.

Os alunos querem estudar significativamente o conteúdo específico da física, ele pode relacionar as leis e conceitos aos fatos que são relevantes para ele. Não é uma questão de suprimir o conteúdo, é uma questão de mostrar o teor físico para os alunos contribuindo para o fenômeno observável por trás da explicação da fórmula matemática.

A consideração de conhecermos a História da Física, de método geral, é estipulação a noção de como a nossa interpretação da Natureza e do Universo se desenvolveu desde suas origens com os filósofos da Grécia Antiga, mesmo a inclusão do mecanismo quântico e da teoria do relativismo durante as três primeiras décadas do século XX. Apontamos aqui algumas razões em ajuda do aproveitamento da História da Física na docência de (MATTHEWS, 1994):

1. Promover uma melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos da disciplina Ciência.
2. O método histórico liga o desenvolvimento da mente individual com o desenvolvimento do pensamento científico.
3. Ao examinar as vidas e os tempos de cientistas individuais, o tratamento das disciplinas de ciências é humanizado, tornando-as menos abstratas e mais atraente para os alunos.
4. Permite ligações entre as várias disciplinas científicas, e outras disciplinas.
5. Permite integrar e demonstrar a interdependência do conhecimento na realização natureza humana.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

É necessária uma mudança de mentalidade, que conduza a uma nova maneira de visualizar o papel da contextualização histórica na aquisição de conhecimento, por meio dele, a história da física torna-se um fator motivador, dando aos alunos a oportunidade de superar suas limitações na evolução do ensino.

## 9.1 A necessidade do ensino de História da Física

A sala de aula é um lugar de contradições e conflitos sociais. Numa visão muito tradicional, diríamos que o papel do professor é ensinar e aprender. Essa visão pode reduzir o processo de ensino de uma perspectiva mecânica e descontextualizada (SILVA; SILVA, 2016; SANTO, 2016). No entanto, os professores não ensinam alunos idealizados. Ensinando com os alunos vivenciar situações reais, onde fatores internos e externos interferem na estrutura escolar (FONSECA; MAGALHÃES, 2016; SOARES, 2016).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1980) nos diz que a construção do conhecimento é um processo complexo de relações humanas. Para ele, a aprendizagem deve ocorrer de forma significativa que facilite a aprendizagem, permitindo que o aluno aprenda pelo significado que o conhecimento irá criar para ele, aproximando-o da construção desse significado.

A aprendizagem significativa ocorre quando novos materiais, ideias e informações apresentam estruturas lógicas, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, estão claramente disponíveis em estruturas cognitivas, por elas assimiladas. Contribui para a sua diferenciação, refinamento e estabilidade. (MOREIRA e MASINI, apud AUSUBEL 1982, p. 4).

A história humana mostra que as percepções estão mudando continuamente. Essa evolução é contínua e dinâmica, com valores, crenças e conceitos. Isso está diretamente relacionado à aparência da existência de pessoas, fornecendo uma referência que possibilita a organização da sociedade, especialmente a comunidade científica, não para de inventar novos modelos, mas para entender a realidade. A aceitação ou resistência a novos conceitos ou ideias reflete-se diretamente nas abordagens teóricas e práticas do trabalho de profissionais em todas as áreas do conhecimento.

A história da física dá sentido ao mundo que pode explicá-lo, promovendo a capacidade humana de compreender e refletir sobre os conceitos. A descoberta de um conceito não

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

apenas mostra como o conceito surgiu. A história mostra soluções para vários problemas, revelando as teorias, suas funções e significados que despertam o pensamento e os elementos de uma época os "buracos" do antigo conceito também serão preenchidos pela nova opinião, rejuvenescendo um momento importante no próprio ato da inteligência na criação científica.

Portanto, a física é uma ciência que estuda a natureza do conhecimento científico, tentando provar que a informação natural é possível. Seu conhecimento evolui seus pensamentos, construindo-os de forma natural, promovendo processos de compreensão, reflexão e significado no ensino. Na interação com o meio social, ao constituir a cultura, ao invés de considerar e tornar os alunos meros "replicadores" de conhecimentos anteriores.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam suficientemente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e, assim, funcionem como pontos de ancoragem para novas opiniões e conceitos. (MOREIRA e MASINI, apud AUSUBEL, 1982, p. 4).

A nosso ver, a história da física é extremamente importante no processo de ensino, pois promove significado, atuando como um elo entre as informações conhecidas dos alunos e as novas informações, resultando em interações evolutivas entre dados antigos e novos. Essa interação produz um processo associativo de aprendizagem significativa baseada em informações da teoria de Ausubel (1980).

O ensino baseado nas recomendações de Ausubel (1980) não apenas utiliza algum tipo de "estrutura" como método de ensino, mas principalmente trata o aluno como um indivíduo, como um participante do processo de construção da aprendizagem e não apenas um ser retransmissor, baseando-se em ignorá-los para absorver os métodos de ensino da competência da informação. Os humanos usam conceitos para explicar a experiência perceptiva.

Os seres humanos interpretam as experiências perceptivas em termos de conceitos intrínsecos às suas estruturas cognitivas, e esses conceitos fornecem a "matéria-prima" tanto para a aprendizagem receptiva significativa quanto para a generalização de propostas significativas de resolução de problemas. (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980 p. 72).

As condições sob as quais a aprendizagem significativa ocorre incluem a compreensão. A aprendizagem acontece a todos, sobrepondo-se nas relações. Em cada caso particular, a

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

aprendizagem ocorre em termos de conhecimento, no contexto cultural e social a que pertencem, na interação sujeito/aluno-sujeito/professor. Para que a aprendizagem seja significativa, é necessário compreender o processo de aprendizagem. Modificação do conhecimento e reconhecimento da importância dos processos mentais nesse desenvolvimento. Segundo Ausubel (1980), é necessário que o material seja assimilado potencialmente significativo, há pouco conteúdo na estrutura cognitiva indivíduo, com subsunções suficiente para as necessidades de relacionamento. Os aprendizes mostram inclinação para os relacionamentos, não apenas para a memória mecânica que muitas vezes até simula uma associação.

## 10 PROBLEMATIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

No início de cada ano letivo, o professor se depara com diversos grupos de alunos para os quais pretende ministrar o conteúdo estabelecido pelo plano de aula. Esta parece ser a norma em ambientes escolares. No entanto, o conhecimento escolar vem cada vez mais questionado. Em outras palavras, as demandas do mundo moderno colocam em questão a relevância do que as escolas ensinam e da formação que proporcionam. Os alunos são mais relutantes em aderir aos projetos de ensino, expressando dúvidas sobre sua preparação em aceitar as dificuldades que possam encontrar na sua vida.

Para o ensino de ciências em geral, e o ensino de física em particular, isso é mais evidente do que em outros campos, pois, ao mesmo tempo, os alunos vivem em grandes eventos sociais que estão intimamente relacionados ao ensino de ciências. O ensino de ciências muito distante do debate atual. Em muitos casos os alunos finalmente identificaram uma ciência moderna ativa que existe no mundo real, no entanto, não tem uma ligação clara com a física que só “funciona” nas escolas. Os professores muitas vezes apontam para a falta de interesse, a motivação dos alunos é uma das barreiras à aprendizagem.

Mas e se o professor, acostumado às rotinas escolares, começar a questionar por que ele ensina física? E se seu aluno gostar de física? Ou se todos os seus alunos puderem aprender o que você quer ensinar eles? Se a resposta para a última pergunta for não, então é uma prática de ensino. É aceitável orientar apenas um pequeno número de alunos, porque todos podem aprender! No entanto, se a resposta for sim. A próxima pergunta é: como cada



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

aluno pode ter certos conhecimentos em sua individualidade, ao trabalhar com uma turma onde o mesmo aluno é um sujeito coletivo?

Estas questões estão relacionadas com outros desafios que os professores enfrentam, nomeadamente gerir a heterogeneidade na sala de aula, criar ambientes de aprendizagem, compreender o processo de ensinar o conhecimento escolar e lidar com o desempenho e as percepções dos alunos. No entanto, se é verdade que na educação não se deve buscar soluções prontas para esse problema. Naturalmente, existem sim alternativas e possibilidades para enfrentar os cenários que surgem de forma pedagógica.

O professor já tem uma relação com o conhecimento da disciplina que quer ensinar quando estabelece seu primeiro contato com a turma, mas o aluno ainda não tem essa relação. Quando o fazem, ficam vulneráveis porque, embora tragam explicações de fenômenos naturais, estão atrelados ao senso comum. A pesquisa refere-se a esse conhecimento como um conceito de substituição ou espontaneidade, construído principalmente a partir da experiência cotidiana e da convivência com outras disciplinas.

O início dessa relação pedagógica é forjado entre professor e aluno quando confrontados com um conjunto de saberes para ensinar, e é um momento arriscado porque, dependendo das escolhas pedagógicas feitas, esses conceitos podem se tornar consolidado e se tornar-se um verdadeiro obstáculo à aprendizagem, sobrevivendo inclusive aos projetos de ensino subsequentes.

Alguns alunos acabam jogando o "jogo didático", entendendo as práticas e estratégias do professor e se destacam nas avaliações, por exemplo, porque sabem dar as respostas que se espera que deem. No entanto, também haverá pessoas que não jogam o jogo e terão grandes dificuldades na escola. Estas vão depender principalmente da sensibilidade do professor em "colocar no jogo". Aqueles que são mais experientes e mais sensíveis às questões dos alunos poderão fazê-lo, mas a percepção é muito importante na formação dos alunos para apostar apenas na sensibilidade do professor. Como tal, estas questões devem ser abordadas na formação, tanto inicial como continuamente.

Ao discutir essas questões no ensino de ciências, vários autores (Astolfi et al., 2002; Perrenoud, 2000; Meirieu, 1998; Jonnaert, 1996) enfatiza, entre outras coisas. Os professores precisam ter ferramentas de ensino para que possam analisar e refletir sobre sua prática docente e buscar aproximações entre seus discursos e discursos de alunos que mediam a

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

relação entre estes e o conhecimento escolares para ensinar. Em outras palavras: ampliar o espaço de conversa entre professores – saber ensinar – alunos. Para isso, um dos requisitos é transformar problemas científicos em problemas dos alunos de forma pedagógica. Isso será um problema? Ou é contextualizado?

Como construir uma sequência instrucional que começa com a problematização e continua através das situações que os alunos enfrentam e que precisam se apropriar de um conjunto de conhecimentos que ainda não possuem, e permitir contextualizar? Estas são as perguntas e suas alternativas de método de ensino. Está no cerne da relação pedagógica que se estabelece na sala de aula.

## 10.1 A Contextualização sob Três Enfoques

A ideia de contextualizar o ensino de física está cada vez mais presente no discurso de professores e educadores, o que não significa necessariamente que seja uma prática corrente nas escolas. O documento oficial do Ministério da Educação destaca a contextualização e a interdisciplinaridade como um dos pressupostos centrais da implementação do ensino por competências. Isso fica particularmente evidente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DNEM) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+). No entanto, o consenso sobre o que o ensino de física contextualizado está longe de ser alcançado.

No entanto, é comum associar a contextualização ao cotidiano dos alunos e seu ambiente físico. Ou ainda, atribuir algum valor de uso ao conhecimento dos alunos do ensino fundamental, esperando responder perguntas que não sabem. Veja o que significa estudar ciências na escola.

Em suma, a contextualização parece como motivador para o aprendizado e esta explicação a DCNEM afirma que "é A contextualização pode ser resumida como um recurso para aprender. Ao compará-lo com a experiência da vida cotidiana ou com conhecimento adquirido espontaneamente" (BRASIL, 1999, p. 94). A discussão leva a uma compreensão simplificada da contextualização, apenas para ilustração. Pesquise um tópico, procurando um significado para o que é ensinado e enfatizado.

Essa busca de sentido é reforçada nos PCN+, que defendem que a contextualização é condição indispensável para a interdisciplinaridade: "A forma mais imediata e natural de

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

convocar temas interdisciplinares é examinar o contexto real do objeto de estudo da disciplina” (BRASIL, 2002, pág. 14). Nos PCN+, a contextualização precede um pouco a interdisciplinaridade. Mas a aparência assumida por este documento é uma perspectiva sócio-histórica, quando apontam que a ciência consiste em inserir a sua tecnologia em um processo histórico, social, cultural e conscientização da discussão de vários aspectos: Aspectos Práticos e Éticos da Ciência no Mundo Contemporâneo” (Ibid., p. 31). Ao considerar que a escola também terá o papel de fornecer aos alunos a capacidade de abstrair e entender as relações entre modelos teóricos e realidade.

O terceiro método, que esclarece os dois primeiros, será combinado com a transformação que o conhecimento escolar sofre antes de chegar à sala de aula, como produto da didatização e o contexto original em que as ciências físicas surgem e isso não é o mesmo que a física escolar. É o que Chevallard (1991) chama de transposição do método de ensino. Essas três dimensões da contextualização estão inter-relacionadas e sua diferença é usada mais para fins de ensino. No entanto, isso não reduziu a relevância da extensão e discussão dessas três perspectivas de contextualização.

De onde vem o conteúdo ensinado na escola? Do livro didático; programa de? Mas antes disso? Yves Chevallard, matemático francês, apoia-se com base nas ideias de Michel Verret (1975), o conceito de transposição didática e tentativa de analisar os caminhos que os cientistas tomaram para gerar conhecimento até chegar na sala de aula.

Chevallard (1991) mostrou que não é apenas uma questão de simplificação, mas que o conhecimento escolar é na verdade um novo tipo de conhecimentos reorganizados e alterados no processo, então eles são aptos para ser ensinado.

Estabelecem pelo menos três áreas de conhecimento: conhecimento intelectual produzido no campo da ciência; conhecimento a ensinar o que aparece em manuais, livros didáticos e procedimentos e, finalmente, o saber ensinado no que é trabalhado em sala de aula. Chevallard (1991) argumenta que uma conversão didática seria uma espécie de exílio de sua origem e seu produto histórico no campo do conhecimento intelectual” (p. 18).

Embora tal constatação possa parecer óbvia, a ideia de transposição didática não é insignificante porque questiona o referencial do saber escolar e sua relevância. Agora veja por que não é fácil perguntar sobre a relevância do que está sendo ensinado escolas, porque as pessoas obviamente questionarão a relação entre ciência e sociedade. Depois de perceber

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

que há uma diferença entre física e ciência ensinada por Física, a credibilidade garantida pela legitimidade epistemológica atribuída não é garantia de ensino.

A pesquisa científica em si é boa, mas seu ensino não. Nas palavras de Chevallard, “nenhum conhecimento transmitido se fortalece o mesmo” (1994, p. 146). Em outras palavras, ciências físicas e ensino de física são diferentes programas sociais e de treinamento.

Esse conhecimento, que é ensinado, é submetido a transformações, reestruturação e assume uma nova forma que inclui alguns processos identificados por Chevallard, nomeadamente a dependência, capacidade de programação, desatividade e textualização de insatisfação. A dinâmica de seus atores, a subjetividade dos pesquisadores, os investimentos pessoais e as contribuições anteriores desaparecem, marcando uma despersonalização desse conhecimento, que é subtraído de seu nicho interno de pesquisa para assumir a forma de um texto capaz de integrar programas e materiais. Além disso, a aquisição do conhecimento a transmitir pode ser programada, uma vez que os níveis de aprendizagem e os tempos definidos devem ser considerados.

A desintegração divide o campo de conhecimento e separa teoria e prática. Uma prática concreta de aprendizagem que decompõe modelos teóricos de assuntos primitivos em conceitos hipotéticos independentes. Isso permite a divisão do conhecimento em tópicos, capítulos e seções que dizem respeito ao projeto de ensino. Além disso, o conhecimento a ser ensinado deve atender a alguns requisitos práticos e se enquadrar em uma cadeia sequencial lógica que se adeque ao tempo de ensino do direito, ao tempo de ensino e à estrutura escolar.

O conhecimento a ser transmitido sofre uma descontextualização, seguida de uma recontextualização na forma de um novo discurso, uma textualização, por exemplo, baseada em pressupostos. Essas diferenças, para não mencionar os tempos de aprendizagem individuais, precisam de alguma padronização, porém, que isso pode levar a uma algoritmização excessiva, muito comum no ensino de física, que reduz a aplicação de fórmulas para resolver tarefas para não atrapalhar o andamento do processo de ensino, levando a uma ilusão didática de Brousseau (1986) já que ele tenta evitar desvios no tempo de aprendizagem.

Compreender o processo de transição docente é fundamental para os professores. Embora esteja se tornando inevitável até certo ponto, isso não significa que tenha que seguir um caminho. A apresentação do conteúdo escolar pode assumir outras formas. Para Chevallard, a ideia de transposição pedagógica revela a existência desses deslocamentos,



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

reorganizações e adaptações, permitindo o controle do que a escola ensina em relação ao que o programa pedagógico prevê.

Todas as três abordagens atribuídas à contextualização entraram em campo epistemológico. No entanto, a questão da relação entre teoria e realidade é mais óbvia. Os futuros professores muitas vezes aprendem a estrutura formal da física, porém eles têm dificuldade em conectá-lo ao mundo real.

Parece haver uma lacuna entre o conhecimento formal e realidade, em parte, isso se deve ao ensino resolução de problemas e exercícios excessivamente favoráveis, sem discussão conceitual. Para entender melhor a relação entre teoria e realidade, é necessário compreender a ciência que constrói modelos e, portanto, modifica a realidade. A ideia do físico e filósofo Mário Bunge de usar objetos modelo continua nessa discussão.

Um objeto modelo será descrito por um teórico que compreende uma parte do componente representado e, portanto, é aproximado. Conforme Bunge, "Se alguém quiser introduzir esse objeto modelo em uma teoria, deve atribuir-lhe propriedades que sejam facilmente manipuladas pela teoria". Em suma, é preciso imaginar uma "Propriedades dos Objetos" (2008, p.14). Assim, alguns aspectos do objeto serão ignorados, e transformado em coisas concretas, decompostos em modelos teóricos cada vez mais eficaz de reconhecer a realidade e através do Pensamento (Bunge, 2008). Experimentos em ciência desempenharão os seguintes papéis. Portanto, não é um retrato fiel da realidade. Isso não significa que, esta ciência não pode fornecer as ferramentas para entender o mundo.

Ao transferir essas discussões para o ensino, é importante enfatizar que a física deve fornecer aos alunos acesso ao conhecimento culturalmente legítimo, inclui uma forma de representar o mundo de uma forma especial, processos históricos e contribuições de várias disciplinas. Por isso, o ensino de física é completamente desconectado do mundo da experiência do aluno. O mundo não pode ser explicado. Quando isso acontece, explicações e mitos do senso comum, mas, em última análise, é uma relação direta com a realidade muitas vezes e leva a conceito alternativo.

Um dos objetivos da educação científica deve ser mostrar que a ciência pode compreender a realidade, mas ao mesmo tempo reconhecer que quando um determinado fenômeno se torna objeto de pesquisa científica, ele é modificado por ela. Pietrocola (2001) resume essa questão como a seguinte pergunta: "Como o conhecimento científico nos ajuda

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

a entender o mundo ao nosso redor? Como o conhecimento físico pode ser usado para gerar ação na vida cotidiana? Capacitar os cidadãos modernos por meio de sua alfabetização científica? " (2001, pág. 12). Questões como essas levam a uma dimensão sócio-histórica contextualizada.

Este é provavelmente o entendimento mais comum de contextualização, que é muito comum no discurso educacional. No entanto, na maioria dos casos, explica a redução dos aspectos sociais do ensino de ciências ao espaço físico mais próximo dos alunos confundem sua relação simples com a vida cotidiana. Esta relação é muitas vezes usada para justificar o ensino de física, baseia-se na correlação de ciências físicas para o progresso social e tecnológico.

No entanto, a partir na discussão anterior ficou claro que a ciência física e a física escolar não são a mesma coisa, embora estejam relacionadas. Então, o que ajuda a justificar uma dessas práticas não é necessariamente o adversário. Mas isso não significa que o ensino de ciências não possa ter um programa formativo que leve os alunos a absorver alguns conhecimentos científicos e lhes proporcione nova compreensão da realidade.

Essa perspectiva de contextualização está muito presente no PCN+, por exemplo. As pesquisas do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Alfabetização em Ciência e Tecnologia (ACT) têm objetivos educacionais e ênfases curriculares que abordam a dimensão sócio-histórica de contextualização. De certa forma, todas essas inovações metodológicas tendem a expandir os objetivos do ensino de ciências para além do mero acúmulo de informações ou da implementação mecânica de técnicas de resolução de problemas.

A contribuição de Freire para o ensino de física tem sido objeto de algumas pesquisas e projetos. Para autores, educadores e estudantes, é imprescindível estabelecer um diálogo, rompendo com o método tradicional, para que a realidade possa ser percebida e tornada um elemento de reflexão, ao enfatizar aspectos históricos e discussão de situações como barreiras em uma compreensão da realidade vivida pelo sujeito, a assessoria pedagógica de Freire busca uma relação lógica com o mundo.

Ou seja, propõe uma prática Educacional que vai além do simples uso do conhecimento no que significa reflexão, ação e transformação da realidade da vida e do sujeito que a convive. Desta forma, o triplo codificar-problema-decodificar é método freiriano. A codificação da

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

situação do ser sua representação, mediação entre contextos reais e teóricos. A problematização não é uma conversa não só com as realidades da disciplina, mas também entre professores e alunos, para que é reconhecido na representação. Além disso, a decodificação é fundamental para a análise e a exteriorização da visão de mundo subjetiva.

A relação dialética entre o homem e o mundo foi novamente verificada segundo Freire, pela leitura da realidade compartilhada que ocorre em tempo real, na história e no status social. Portanto, ao abstrair esse fato, há também uma aproximação com o assunto, pois ele indica a existência de "codificação", reconhecendo que nele, o objeto que reflete, seu contorno é condicionante (FREIRE, 1985, p. 114). Vale notar, no entanto, que esta compreensão da realidade vai além do espaço físico próximo ao aluno, embora possa ser o ponto de partida.

## 10.2 A Relação Didática e as Situações de Aprendizagem

Após três possíveis abordagens de contextualização, a didática, epistemológica e a sócio-histórica, terem sido discutidas e algumas interpretações questionáveis para uma aula de física contextualizada terem sido esclarecidas, surge uma nova questão. Veja, por exemplo, Cruz e Zylbersztajn para mais detalhes (2001) e Ricardo (2007), por exemplo Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov (2008). É apresentado: Como funciona? Como você o trata didaticamente? Responder a essa pergunta requer pensamento da problematização.

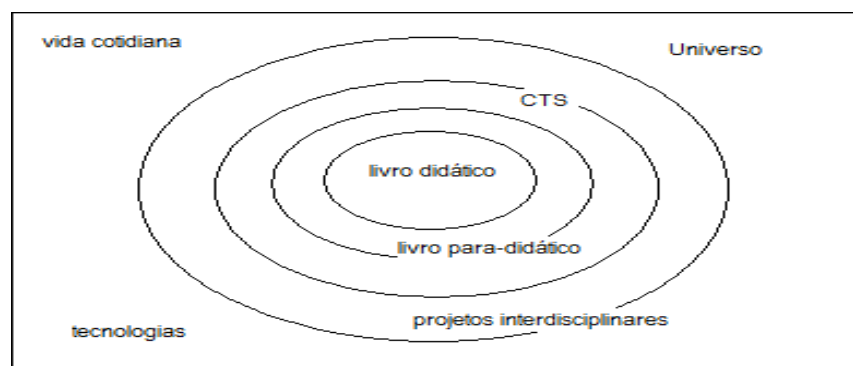
Uma das formas sugeridas de lidar com o conhecimento a ser ensinado é utilizar a história da ciência para mitigar a descontextualização sofrida na transposição didática. Isso permite uma recontextualização interna, situando as teorias científicas no contexto histórico em que são formuladas. No entanto, como discutido anteriormente, os problemas que levam à construção e as implicações dos problemas e o conhecimento científico não é o mesmo para estudantes e cientistas. Assim, a posição histórica da representação do fenômeno em estudo é significativa dentro do sistema teórico em questão, mas não necessariamente para o aluno.

Além disso, a resposta chamada na questão da recontextualização não é necessariamente contextualizada, pois também passará pelo processo de ensino. Embora o uso da história da ciência seja relevante, parece que seu uso como recontextualização da história é insuficiente.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

O mesmo vale para a ideia de problematização, pois um diálogo entre professores e alunos é praticado no início de cada aula para melhorar sua percepção de um determinado conceito científico. Não se trata apenas de investigar as percepções alternativas dos alunos, mas de construir um diálogo que tenha participação efetiva. As conversas geralmente se resumem a perguntas e depende do que está sendo ensinado. Por pouco tempo, os alunos não terão recursos cognitivos para continuar a conversa, ou sua resposta. Muito comum no início dos capítulos ilustrações ou fotografias de livros didáticos que têm pouca ou nenhuma relevância para o conteúdo.

Os conteúdos escolares e os materiais didáticos são apresentados de forma excessivamente artificial, fruto de escolhas feitas no processo de transposição do ensino, visando abordar mais problemas práticos do que didáticos. Como resultado, os alunos não sabem física fora da escola. O conteúdo físico dos manuais e livros didáticos está longe da vida cotidiana, da tecnologia e, em suma, do mundo dos alunos. Este cenário condiz com o esquema abaixo especificando as dificuldades ilustradas:



Fonte:scienco.com.br

Para detalhes, Robilotta (1988) extraído de Ricardo (2005), com modificações ilustradas em níveis que atingem o público docente, sem estabelecer hierarquia. É possível que em alguns casos haja uma aproximação para que a representação não seja concêntrica. Mas, em parte pelas exigências da própria estrutura escolar, que impõe certo processo a professores e alunos, os livros didáticos estão praticamente isolados do mundo real, do cotidiano.



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

A utilização de novos materiais, como materiais didáticos, e inovações no currículo com outras ênfases, como a abordagem CTS ou projetos interdisciplinares, até certo ponto, buscam essas parcerias, pois trazem novos elementos ao conteúdo disciplinar rigoroso. A tecnologia está constantemente sendo reduzida à física aplicada, para justificar a importância da ciência.

O esquema acima aborda os riscos de reduzir a contextualização ilustrativas, os exemplos da vida cotidiana e a forma do conteúdo escolar. A estrutura em manuais e livros didáticos desencoraja essa abordagem, então os professores costumam dizer que este exercício de ensino é difícil de fazer. O ensino e o problema da física devem ser construídos a partir de situações de aprendizagem bem definidas.

Essas situações de aprendizagem estão no centro da relação de ensino, construir entre professor-aluno/aluno-conhecimento a ser ensinado, conforme anunciado. Se um desses atores ser ignorado ou esquecido, então a relação didática não constitui. É o ambiente de aprendizagem que faz a relação de ensino funcionar. Perrenoud (2000) enfatizou que um dos desafios dos professores é organizar e aprender o contexto diretamente. Para isso, reconhecer o desempenho dos alunos, dificuldades de aprendizagem, sequências instrucionais e desenvolvimento do conhecimento são atributos básicos do conteúdo de ensino. Para o autor, as situações de aprendizagem devem ser significativas, problemáticas e contextualizada.

No entanto, cada participante da relação de ensino contém outras variáveis, torná-la dinâmica e complexa, por exemplo, relações pessoais com o conhecimento e jogos. Todas as áreas do sistema educacional (pais de alunos, professores, alunos, diretores, departamentos de ensino, vestibulares) e planos de aula, essa relação pedagógica está inserida em um espaço físico definido: a escola sob essas circunstâncias. Por exemplo, a gestão de infrações disciplinares faz parte do cenário escolar.

Desta forma, os professores devem compreender o conteúdo do curso. Como sugere o conceito de transposição didática, saber ensinar porque nem tudo pode ser ensinado, mas só o que é necessário. Em uma situação de aprendizagem, o professor não pode dizer tudo claramente aos alunos porque isso levará ao acúmulo de informações e a uma lógica de exposição linear de pressupostos cuja finalidade está muito distante da compreensão do

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

aluno. Uma situação de aprendizagem de resolução de problemas deve confrontar os alunos não apenas com a falta de conhecimento, mas também com a necessidade de conhecimento.

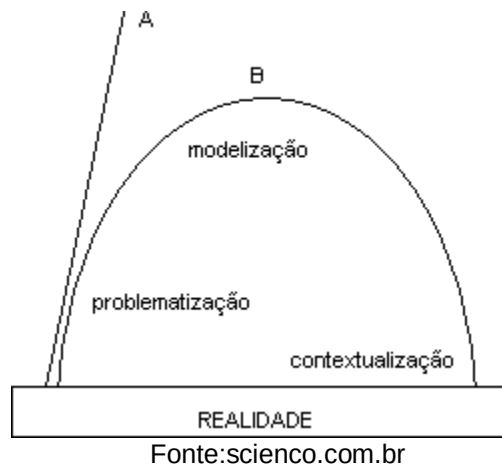
## 10.3 A Problemática

A discussão anterior mostra que o ensino contextualizado de física não se resume a uma relação ilustrativa com o cotidiano do aluno, ou um exemplo de aplicações físicas. O ensino contextualizado é o resultado de escolhas de ensino professores, envolvendo conteúdos e métodos, bons projetos de ensino. Também parece claro que um conjunto de estratégias de ensino precede contextualizar. Esse é o papel da problematização. A problematização consiste em construir situações-problemas de aprendizagem que dão sentido à compreensão do estudante. O filósofo Gaston Bachelard (1996) advertiu que é necessário construir perguntas que os alunos não fizeram, questões científicas não vem naturalmente para o aluno. Karl Popper (1974) também enfatizou que nas escolas, o professor ensina uma resposta à pergunta que não foi feita.

Nesse sentido, Vlassis e Demonty (2002), ao discutirem as características de uma situação-problema, afirmam que “por mais óbvia que pareça, a situação deve realmente apresentar um problema para os alunos” (2002, p. 40). Óbvio talvez, mas não trivial. Os autores apontam ainda que “uma situação-problema é definida não apenas pela situação em si, mas também pela forma como o professor a explora”.

Assim, a situação-problema em si não constitui, não se trata de especificar as disciplinas a serem ensinadas e minimizá-las em geral. Trata-se de construir um cenário de aprendizagem com um ponto inicial e final. A imagem a seguir resume a ideia:

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE



A curva A representa uma interpretação simplificada da contextualização baseada em exemplos, ilustrações, casos do mundo real, mas sem regressão. Em última análise, é o conhecimento escolar que é sistematizado em situações de ensino excessivamente artificiais que fazem sentido na própria escola.

O inverso também é verdadeiro: a partir do conhecimento sistemático, os alunos são obrigados a fazer algum tipo de conexão com a vida cotidiana. Discussões anteriores indicaram que isso é improvável prestes a acontecer. Se a realidade desempenha esse papel, então a realidade aqui assume o status de pura motivação. A curva B começa e termina com a realidade ou parte da realidade. Requer a capacidade de analisar criticamente essa realidade a partir da problematização.

A contextualização ocorre quando as pessoas retornam a essa realidade com novas possibilidades de olhar, compreender e agir. A contextualização segue a problematização e a teorização ou modelagem. Durante a fase de modelagem, o conhecimento a ser ensinado será aprendido. Em certo sentido, responde à pergunta: Que conhecimento é necessário para entender a situação-problema que surge no momento? É por isso que esta situação tem que ser construída. Não é dado em programas ou livros didáticos. Para Delizoicov (2001), a situação-problema deve “ter o potencial de gerar no aluno uma necessidade de conhecimento adequado que ele não possui e que o professor não forneceu” (p. 133).

Portanto, a situação-problema não pode gerar um diálogo entre o professor e o aluno, e suas respostas são apenas sim/não, contra/a favor, sei/não sei. A problematização também se cimenta nas interações dentro da sala de aula, pois é a realidade do aluno que está sendo

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

analisada, confrontada e questionada. Uma situação-problema pode/deve levar à formação de outros problemas. Assim, Vlassis e Demonty (2002), acima, alertam contra a forma como os professores exploram as situações.

No entanto, uma pergunta que não faz sentido para um aluno, ou uma situação que não é clara, corre o risco de se perder em um trabalho fútil, e o aluno procurará, ou até mesmo pedirá ao professor respostas prontas. Vale lembrar que, dar respostas é uma prática comum nas estruturas escolares, mesmo para perguntas que não são feitas. Segundo Meirieu (1998), “Atualmente, os alunos não encontram mais em suas histórias pessoais, culturais e sociais as questões que os professores respondem quando 'ensinam’” (p. 171). Os autores referem-se a essa prática como pedagogia responsiva em vez de pedagogia baseada em problemas.

As situações-problema devem ser estruturadas e organizadas de tal forma que se apresentem como um problema real, mas ao mesmo tempo permitam aos alunos vislumbrar a possibilidade de chegar a uma solução. Em outras palavras, a situação deve incluir início, meio e fim, caso contrário serão reduzidos à situação descrita na Curva A do Esquema Meirieu (1998) define uma situação-problema como “uma situação instrucional na qual é apresentada para permitir que os sujeitos realizem uma tarefa que não pode ser realizada sem um aprendizado preciso” (p. 192). As situações-problema são um meio de aprendizagem. No entanto, situações-problema também podem levar os alunos a mobilizar seus conhecimentos e representações, questioná-los, formular novas hipóteses e desenvolver novas ideias.

Por fim, vale lembrar que os professores devem gerenciar a heterogeneidade das aulas; seja de diferentes tempos de estudo, seja de grupos de alunos e compromissos individuais, seja de acesso à informação, etc. Mais ou menos, é inevitável. Relacionado a isso, um programa extenso e um pequeno número de aulas acabam atolando o professor. Ao contrário, porém, isso não impede a prática do ensino de física contextualizado.

Como se destina a envolver mais alunos, haverá uma maior participação individual e coletiva. Em relação ao tempo, ao contrário de outras situações, a instrução contextualizada requer a seleção de conceitos centrais e conceitos em torno dos quais estruturar sequências instrucionais.

É necessária uma boa compreensão do conteúdo específico e superar a ideia de que o conhecimento ensinado só pode ser organizado de forma linear sustentado pelos pressupostos. Isso permitirá determinar o nível de profundidade necessário para cada tópico,



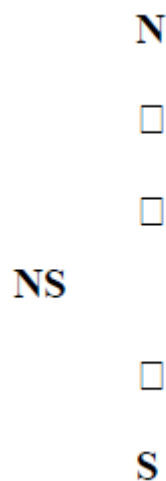
# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

conceito ou teoria a ser ensinado, bem como as estratégias e recursos a serem utilizados na formulação e implementação da situação-problema.

As condições sob as quais a aprendizagem significativa ocorre incluem a compreensão de que a instrução ocorra em todos, sobrepondo-se nas relações: a presença da aprendizagem com os objetos de conhecimento em cada situação particular; as interações dentro do contexto cultural e social a que pertencem. Para que a aprendizagem seja significativa, é necessário compreender o processo de modificação do conhecimento e reconhecer a importância dos processos mentais nesse desenvolvimento.

De acordo com Ausubel (1980), o material a ser assimilado deve ter um significado subjacente, deve haver o mínimo de conteúdo na estrutura cognitiva do indivíduo, precisa conter teor suficiente para satisfazer as necessidades relacionais e o aprendiz exibir uma inclinação para o relacional e não para relacionamentos de uma memória mecânica simples.

A aquisição de significado nas estruturas cognitivas ocorre por meio da assimilação, que pode ser exemplificada pelo seguinte esquema:



N = "Novo", informação potencialmente importante.

S = Conceitos de inclusão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

NS = Resultados de correlação também alteram a inclusão, o que significa assimilar informações. Como exemplo: vejamos como o conceito de "força" é absorvido:

N = Força: Interação entre corpos - qualquer agente capaz de alterar o estado do corpo em repouso ou em movimento.

S = "Força": empurrar; puxar.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

NS = Resultado relacionado: quando um objeto é empurrado ou puxado por alguém ou alguma coisa, seu estado de repouso ou movimento muda.

Estas são condições básicas e necessárias para a aprendizagem significativa: o aluno deve ter vontade de aprender - se o indivíduo quiser lembrar do conteúdo, a aprendizagem será mecânica, e o conteúdo escolar a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve fazer sentido tanto logicamente (natureza do conteúdo) quanto psicologicamente (experiência de todos). Para Ausubel (1980), relacionar-se de forma significativa significa que o conceito está associado a alguns conceitos da estrutura cognitiva, compartilhando algum significado comum com conceitos já existentes formando agrupamentos.

Os seres humanos têm uma poderosa capacidade de aprender sem descoberta. Novas informações ou novos significados podem ser fornecidos diretamente aos alunos em sua forma final. É a existência de estrutura cognitiva a priori suficiente para que a aprendizagem significativa possa ocorrer. Mas a aprendizagem não é alcançada da noite para o dia, requer a troca de significados. Na teoria de Vygotsky (1989), o foco está na interação social e não no indivíduo como unidade de análise. Se ferramentas e símbolos são construções sociais, históricas e culturais, é por meio da interação social que os alunos exploram essas construções.

Para internalizar os símbolos, os humanos devem capturar por meio da linguagem os significados que já são compartilhados na sociedade. Portanto, a linguagem é essencial (VYGOTSKY, 1989). A gestão da linguagem é importante para a interação social, mas como a linguagem é um sistema simbólico, sua aquisição também depende em grande parte da interação social. Para Moreira (1999), a aprendizagem é muito significativa no método vygotskyano. Como o próprio nome sugere, é a aquisição e construção de significado, é no processo de aprendizagem que os indivíduos transformam o sentido lógico dos elementos em materiais com significado psicológico.

Moreira (1999) argumenta que a mudança proposta por Ausubel é semelhante à internalização de instrumentos e símbolos de Vygotsky, na medida em que os materiais de aprendizagem são essencialmente instrumentos e símbolos no contexto de um determinado tópico de ensino, e tomam a física como exemplo, como uma notação sistemática com seus

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

instrumentos (programas e dispositivos), ou seja, aprender física de forma significativa pressupõe a internalização de significados aceitos e socialmente construídos desses instrumentos e símbolos no contexto da física.

Para Vygotsky (1989 e 1998), o desenvolvimento cognitivo não pode ser compreendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural em que ocorre. Para ele, os processos psicológicos de nível superior (pensamento, linguagem e comportamento voluntário) têm sua origem nos processos sociais. O desenvolvimento cognitivo é a transformação das relações sociais em funções mentais.

[...] a aprendizagem é um processo puramente externo que corre paralelamente ao processo de desenvolvimento, mas não participa ativamente nem o modifica. (VIGOTSKY, 1998, p. 104).

Como as ferramentas e os símbolos são estruturas sociais, históricas e culturais, a apropriação dessas estruturas pelos alunos ocorre principalmente por meio da interação social. Ao invés do indivíduo como unidade de análise, Vygotsky utiliza a interação social como ferramenta fundamental para a disseminação dinâmica do conhecimento social, histórico e culturalmente construído.

É por isso que observamos uma estrita continuidade no desenvolvimento histórico da tecnologia e da ciência. Nenhuma invenção ou descoberta científica ocorre antes que as condições físicas e psicológicas necessárias para seu surgimento tenham sido criadas. A criatividade é um processo historicamente contínuo no qual cada forma subsequente é determinada pela anterior. (VYGOTSKI, 1998)

Na visão de Vygotsky, a internalização do significado depende da interação social, mas na visão de Ausubel eles podem ser apresentados ao aprendiz em sua forma final. O indivíduo não precisa descobrir o que o sinal significa ou como a ferramenta é usada. Ele se apropria dessas estruturas por meio da interação social.

Para todos os efeitos práticos, a aquisição de conhecimentos nas disciplinas lecionadas depende da aprendizagem oral e de outras formas de aprendizagem simbólica. De fato, as formas mais complexas de função cognitiva são possibilitadas em grande parte pela linguagem e pela simbolização. (AUSUBEL, 1968, p. 79).

De acordo com Karl Popper (2001 e 2008), o conhecimento científico é gerado usando métodos dedutivos diante de problemas à medida que surgem, ao invés de simplesmente ser guiado pela experiência indutiva como muitas vezes pensamos. Segundo Popper, a

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

veracidade do conhecimento detalhado é sustentada pelas evidências obtidas por esse conhecimento na tentativa de refutá-lo.

Para este autor, diante de um problema inicial, propomos uma solução provisória que deve passar por verificações caso a caso. Soluções resistentes a testes permitem a construção de um sistema teórico que permite que novas perguntas sejam feitas. Diante de situações problemáticas, os alunos fazem suposições e as testam. Conjeturas comprovadas tornam-se a base para novos problemas introduzidos durante o processo de elaboração.

[...] não há dúvida de que nossas expectativas e, portanto, nossas teorias, podem até nos causar problemas historicamente. A ciência, no entanto, só começa com perguntas. Acima de tudo, os problemas surgem quando nos decepçcionamos com nossas expectativas, ou quando nossas teorias nos deixam atolados e contraditórios. (POPPER, 1983, p. 67).

Em suma, do ponto de vista pedagógico, a visão de Popper sobre a evolução do conhecimento científico mostrou-se muito benéfica. Inicie o processo de ensino - aprendendo a física de um assunto através de contextos históricos, novos contextos surgem, processos de feedback e, uma vez sob a orientação dos professores, a compreensão dos modelos teóricos da física pelos alunos continua a melhorar.

Em particular, Piaget (1975) argumenta que os alunos desenvolvem estruturas lógicas de conhecimento em suas interações com o ambiente, e usam essas estruturas já desenvolvidas para formular novos conhecimentos em um processo de contínua consolidação e reelaboração de estruturas e conceitos. Os conceitos são organizados por meio dessas estruturas, sujeitos a uma operação intelectual pela qual a verdade de uma proposição é afirmada por estar ligada a outras coisas que já são consideradas verdadeiras. Assim, mudanças mais profundas nessas estruturas dependem de mudanças na estrutura intelectual do aluno.

O conselho para o ensino de física a partir de uma abordagem - História da Física - pede aos alunos que tenham uma necessidade inerente de organização lógica: usar suas estruturas de conhecimento para compreender conceitos colocados a eles de uma forma que os surpreenda por ser incomum ou conflitante com sua concepção de um mundo físico.

A contextualização exige que ele reformule seu conhecimento preliminar do assunto em questão com maior discernimento e, assim, no processo, reformule também a estrutura lógica que é uma contribuição aos conceitos utilizados. Como resultado dessas mudanças, os componentes de sua estrutura de conhecimento mudaram, abrindo perspectivas para



# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

mudanças mais profundas na estrutura lógica de seu conhecimento. Há uma relação entre a história da ciência e o conhecimento: a biografia é o laboratório da informação.

Quando os professores introduzem os conceitos de física disciplinar a partir da história da física, estimulam a leitura, a interpretação, a observação, fornecem informações detalhadas e estimulam o interesse dos alunos. Ao longo da história, alguns elementos são incorporados ou modificados na estrutura intelectual do aluno. Aí temos espaço para promover saltos de qualidade epistemológica no processo de construção do aluno.

Acreditamos que os alunos vão entender e aprender sobre física, conhecer sua história e interagir com ela de uma forma nova, mais interessante, estimulante e eficaz. Os alunos perceberão que fenômenos físicos existem em nosso cotidiano, eles se deparam constantemente com situações físicas, e a disciplina física não é apenas um sistema teórico complexo, seu aprendizado exige que os alunos aumentem seu trabalho mental.

Para ter sucesso no ensino de Física, devemos criar um grande senso de necessidade interior e satisfação nos alunos em cada etapa do processo de ensino, buscando reformulações conceituais. Para Leontiev (1978), os humanos interagem ao longo da evolução com dois grandes universos, um natural e outro criado pelos humanos, responsáveis pela Humanização.

O indivíduo que interage com esse universo torna-se humano, e quanto mais humano ele se torna, mais o compreende. Concordar com o ponto de vista do autor significa que os alunos devem aprender a disciplina física, que é uma criação do ser humano. A história da física entrou no processo de humanizar a ciência e dar importância ao ser humano.

Uma forma de construir o conhecimento que preenche lacunas inacabadas no processo de ensino de forma significativa e prazerosa para os alunos, delinea os fundamentos filosóficos e psicológicos que influenciam a construção do processo de aprendizagem de um indivíduo.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTOLFI, Jean-Pierre et al. **As Palavras-Chave da Didática das Ciências**. Trad. Maria Ludovina Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BUNGE, Mario. **Teoria e Realidade**. Trad. Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2008.
- CRUZ, Sônia Maria S.C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- CUPANI, Alberto. A Objetividade Científica como Problema Filosófico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.6, número especial, p.18-29, 1989.
- DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e Problematisações. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.
- EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica**. 6ª ed.. Trad. Paulo Ribeiro, Enio Silveira, Marta Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

- FONSECA, Géssica Fabiely; SOARES, Mariane de Araújo; MAGALHÃES, Rita de Cássia Barbosa Paiva. **Concepções de ensino e aprendizagem de alunos de licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte**: um estudo exploratório. *Research, Society and Development*, v. 1, n. 2, p. 168-181, 2016.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 14<sup>a</sup> ed.. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- HALLIDAY, David *et al.*. **Fundamentos de Física**. Trad. André S. Azevedo e José Paulo S. Azevedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2003.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo humano**. São Paulo: Centauro, 2004.
- MARTINS, R. A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EDU, 1999.
- PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- PINHO-ALVES, José *et al.*. A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- POPPER, K. **A Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2001.
- RICARDO, Elio C. *et al.* A Tecnologia como Referência dos Saberes Escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, p.137-149, 2007.
- RICARDO, Elio C.. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v.01, p.01-12, 2007.
- ROBILOTTA, Manuel. O Cinza, o Branco e o Preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.5, número especial, p.7-22, jun. 1988.

# HISTÓRIA DA FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

SANTO, Eniel do Espírito. Ensinar e aprender na Educação a Distância: um estudo exploratório na perspectiva das práticas tutoriais. ***Research, Society and Development***, v. 3, n. 2, p. 92-114, 2016.

SOARES, Márcia Torres Neri. A proposta curricular em ação: caminhos formativos para o (re) pensar da organização pedagógica e a deficiência no espaço escolar. ***Research, Society and Development***, v. 2, n. 2, p. 107-121, 2016.

VLASSIS, Joëlle; DEMONTY, Isabelle. **A Álgebra Ensinada por Situações-Problemas**. Trad. Teresa Serpa. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.