

ÉRICA CUPERTINO GOMES  
XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO  
ALEXSANDRO SILVESTRE DA ROCHA

# USO DE SIMULADORES PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA





ÉRICA CUPERTINO GOMES  
XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO  
ALEXSANDRO SILVESTRE DA ROCHA

# USO DE SIMULADORES PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA



Araguaína - TO  
2020

# Universidade Federal do Tocantins

## Reitor

Luis Eduardo Bovolato

## Vice-reitora

Ana Lúcia de Medeiros

## Pró-Reitor de Administração e Finanças (PROAD)

Jaasiel Nascimento Lima

## Pró-Reitor de Assuntos Estudantis (PROEST)

Kherley Caxias Batista Barbosa

## Pró-Reitora de Extensão, Cultura e Assuntos

### Comunitários (PROEX)

Maria Santana Ferreira Milhomem

## Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas

### (PROGEDEP)

Vânia Maria de Araújo Passos

## Pró-Reitor de Graduação (PROGRAD)

Eduardo José Cezari

## Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESQ)

Raphael Sanzio Pimenta

## Conselho Editorial

### EDUFT

## Presidente

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior

## Membros por área:

Liliam Deisy Ghizoni

Eder Ahmad Charaf Eddine  
(Ciências Biológicas e da Saúde)

João Nunes da Silva

Ana Roseli Paes dos Santos

Lidianne Salvatierra

Wilson Rogério dos Santos  
(Interdisciplinar)

Alexandre Tadeu Rossini da Silva

Maxwell Diógenes Bandeira de Melo  
(Engenharias, Ciências Exatas e da Terra)

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior

Thays Assunção Reis

Vinicius Pinheiro Marques  
(Ciências Sociais Aplicadas)

Marcos Alexandre de Melo Santiago

Tiago Groh de Mello Cesar

William Douglas Guilherme

Gustavo Cunha Araújo  
(Ciências Humanas, Letras e Artes)

**Diagramação e capa:** Gráfica Movimento

**Arte de capa:** Gráfica Movimento

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

---

G633u

Gomes, Érica Cupertino.

Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino da física. / Érica Cupertino Gomes, Xaieny Luiza de Souza Oliveira Franco, Alexsandro Silvestre da Rocha - Araguaína, TO: EDUFT, 2020.

64 p. : il. ; 21 x 29,7 cm.

ISBN 978-65-89119-13-5

Inclui referências bibliográficas.

1. Física, ensino. 2. Digital, tecnologia. 3. Aprendizagem. 4. Computação, simulação. 5. Ensino, recursos. 6. Tecnologia. I. Xaieny Luiza de Souza Oliveira Franco. II. Alexsandro Silvestre da Rocha . III. Título.

CDD – 530

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades  
para a sua própria produção ou a sua construção.”*

*Paulo Freire*

# SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PREFÁCIO .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>CAPÍTULO 1: O QUE É EDUCAÇÃO?.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>CAPÍTULO 2: CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM SEGUNDO PAULO FREIRE .....</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>CAPÍTULO 3: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM DAVID AUSUBEL.....</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>CAPÍTULO 4: FREIRE VERSUS AUSUBEL .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>CAPÍTULO 5: COMPORTAMENTO HUMANO.....</b>   | <b>30</b> |
| <b>CAPÍTULO 6: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS AO ENSINO DE FÍSICA.....</b>                                       | <b>35</b> |
| <b>CAPÍTULO 7: TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....</b>                                | <b>40</b> |
| <b>CAPÍTULO 8: O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA PARA UMA<br/>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b> | <b>50</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>60</b> |
| <b>SOBRE OS AUTORES .....</b>  | <b>63</b> |

# PREFÁCIO

Este livro foi desenvolvido a partir de um projeto de pesquisa intitulado “Novas tecnologias e contribuições para aprendizagem significativa”, vinculado ao grupo de pesquisa Ensino de Física da Universidade Federal do Tocantins. O trabalho específico que originou o livro está vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, no curso de licenciatura em Física, realizado na Universidade Federal do Tocantins.

Durante os trabalhos realizamos muitas leituras que forneceram a base para a articulação entre teoria e prática, entre teorias de ensino e o que podemos levar para a sala de aula, e assim contribuir com a qualidade da educação.

Esta obra aborda a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, o Método de Paulo Freire, reflexões acerca do Ensino de Física, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e algumas aplicações ao Ensino de Física.

A Teoria de Aprendizagem Significativa baseia-se no conhecimento prévio dos alunos, da mesma forma que o Método de Freire utiliza da leitura de mundo do aluno como base para aprendizagem. Ambos elaboram estratégias que visam promover a aprendizagem, seja subsunções ou palavras geradoras. Essas abordagens podem ser maximizadas por meio da utilização dos recursos digitais que fornecem informações e comunicação em tempo real, possibilitando melhor compreensão de conceitos físicos, de uma forma mais interativa e envolvente. Para que isso aconteça, o professor deve estar atento ao modo como as tecnologias digitais de informação e comunicação podem ser utilizadas como recursos pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem. Os simuladores computacionais, principalmente os que possuem maior interatividade, podem promover uma melhoria na aprendizagem dos fundamentos básicos nas aulas de Física.

Neste livro desenvolvemos uma retrospectiva aos primórdios do ensino de Física, juntamente com um cenário conciso dos dias atuais. Propomos uma reflexão sobre o uso das tecnologias digitais voltada à uma aprendizagem significativa, e apresentamos uma lista dos principais softwares de simulações que podem ser utilizados nesse processo.

Este livro é uma expansão de um trabalho de fim de curso bem recomendado pelos membros da banca, que nos incentivaram a publicar o trabalho de forma a contribuir para o ensino de Física.

É um livro que visa incentivar os professores, sobretudo de Física, ao uso de tecnologias no ensino. É indicado a professores e estudantes de licenciatura em Física ou áreas de Ciências Naturais. Procuramos escrever de maneira clara e amigável, embora seja oriundo de um trabalho de pesquisa.

Agradecemos a Deus, nosso refúgio e fortaleza. Às nossas famílias pelo apoio constante, fundamental e imprescindível. A todos que de forma direta ou indireta contribuíram com a jornada que culminou neste livro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Tocantins.

Os autores, Araguaína - 2020



# INTRODUÇÃO

Desde que as tecnologias de informação e comunicação começaram a se expandir pela sociedade, aconteceram muitas mudanças nas maneiras de ensinar e de aprender. Essas tecnologias exigem transformações, não apenas na forma como a sociedade se comporta, mas também nas teorias educacionais e na própria ação educativa. Um desafio da educação é fazer um bom uso das tecnologias digitais como um recurso didático no processo de aprendizagem dos alunos.

Percebemos que cada vez mais os alunos estão interessados em tecnologias e se veem envolvidos com as tecnologias digitais. Entretanto a escola nem sempre aproveita essa oportunidade para desenvolver uma metodologia diferenciada e, ao mesmo tempo, envolvente. Pode ser por falta de preparação, por dificuldades técnicas ou outro limitador da escola ou do professor. O professor é um personagem ativo nessa aprendizagem e necessita de conhecimentos específicos, recursos necessários, além de saber identificar o conhecimento prévio de seus alunos e utilizar os recursos tecnológicos disponíveis para que sua metodologia em sala de aula esteja promovendo uma aprendizagem significativa.

Esses aspectos serviram de motivação para a elaboração de uma análise de como as tecnologias digitais, mais especificamente, os simuladores computacionais podem favorecer, direta ou indiretamente, uma transformação na forma de ensinar, tornando-se valorosas ferramentas para uma aprendizagem significativa.

Seguindo essa perspectiva, este trabalho baseia-se numa pesquisa bibliográfica de pesquisadores renomados na área de Educação e Ensino, cujo objetivo principal é a busca do entendimento da utilização dos simuladores computacionais para uma aprendizagem significativa, no que se refere ao ensino de Física.

O livro está estruturado de modo a proporcionar uma melhor compreensão dos temas abordados. Inicialmente há uma explanação contendo reflexões acerca da educação. Posteriormente abordamos o Método de Paulo Freire e a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel bem como relação entre essas duas teorias. Esses autores foram escolhidos em função das importantes contribuições nas teorias de ensino e aprendizagem. O objetivo de analisar a relação entre as duas teorias é demonstrar os aspectos comuns e divergentes que fundamentam os apontamentos realizados.

Em seguida fazemos uma síntese do comportamento humano. A intenção é refletir em como somos e o que está envolvido no aprendizado. Essa ponderação funciona como uma base para a reflexão posterior, sobre os desafios ao ensino de Física.

Após essas considerações sobre educação, teorias de aprendizagem e nosso comportamento, abordaremos de alguns aspectos que envolvem as tecnologias digitais de informação e comunicação, a diferença entre as tecnologias atuais, sua relevância, e o papel do professor quanto à utilização delas. É realizado por fim, uma análise sobre o uso dos simuladores computacionais para o ensino de Física. O foco é mostrar a relevância dos simuladores no processo de aprendizagem dos conceitos físicos, bem como apresentar alguns simuladores utilizados na atualidade, suas principais características e o grau de interatividade deles. Realizamos uma breve explanação do simulador PhET, que foi escolhido em função de sua popularidade, facilidade de utili-

zação, além de ter simulações bem planejadas e estruturadas, trazendo clareza e ludicidade aos conceitos físicos. Finalmente algumas reflexões e considerações finais são feitas, abordando os aspectos relevantes encontrados no decorrer do livro.

Esperamos contribuir com debates relativos à educação, e de forma prática, com os professores de Física e Ciências da Natureza.

# CAPÍTULO 1

## O QUE É EDUCAÇÃO?

Por muito tempo, em nosso país as iniciativas no campo da educação foram criticadas pela ineficiência, à medida que cada vez são mais alarmantes os índices de fracasso escolar. Muitas são as pesquisas que buscam diagnosticar e solucionar esse quadro. Uma das questões abordadas diz respeito às dificuldades encontradas pelos alunos em adquirir um conhecimento significativo. Há que se reconhecer alguns avanços importantes no âmbito da política educacional. A garantia da universalização do acesso às instituições de ensino, a ênfase na melhoria da qualidade da educação básica e a criação de mecanismos destinados a incentivar a participação da comunidade são conquistas que se refletem no panorama educacional brasileiro e que tendem a ter reflexos ainda maiores, à medida que ocorrem avanços nos processos de construção do saber.

Atualmente, percebemos que a grande maioria dos profissionais da educação têm adquirido consciência da necessidade de que é preciso alterar a escola que se tem hoje e buscar novos modos de se fazer educação. Isso é bom, é sinal de sensibilidade e de consciência do papel sócio-político aos desafios educacionais hoje colocados. Um desses desafios pode referir-se ao fato de que a escola não consiga trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos com vistas a alcançar uma aprendizagem significativa. No entanto, destacamos que para esse objetivo ser alcançado é necessário refletir acerca da definição de educação.

Brandão (1986), define educação como sendo todo conhecimento adquirido com a vivência, ocorrendo o ato educacional em qualquer espaço da sociedade: em casa, na família, na igreja, enfim, todo o ambiente e as pessoas ao nosso redor contribuem para nossa educação.

Ninguém escapa da educação. Em casa, na rua, na igreja ou na escola, de um modo ou de muitos, todos nós envolvemos pedaços da vida com ela: para aprender, para ensinar, para aprender-e-ensinar. Para saber, para fazer, para ser ou para conviver, todos os dias misturamos a vida com a educação. (BRANDÃO, 1986, p. 7)

Para Brandão, a educação ocorre com a observação, convivência, reprodução e entendimento.

Outro estudioso da área é Piletti (2004). Ele afirma que a educação e escolarização são diferentes e concorda com outros pesquisadores sobre a escola não ser o único lugar onde a educação acontece, mas ser apenas um deles. A troca de saber não tem limitações e acontece independentemente de modelos de ensino formais. A aprendizagem acontece de acordo com o ritmo, a necessidade e experiência dos alunos, possibilitando desenvolver o potencial de cada um. É importante reconhecer o aluno como um ser social que possui uma história de vida, que participa dos diversos grupos sociais e que constrói sua identidade por meio da participação social. Nesse sentido, é necessário que se tenha em mente que aprender não requer apenas livros,

lições orais e exercícios repetitivos (ainda que façam parte do processo de aprendizagem), mas modificar comportamentos, ou seja, ter uma atividade mental/ intelectual/ afetiva que determine uma nova forma de pensar e agir.

Já Libâneo (2010, p.26), define a educação como “[...] fenômeno plurifacetado, ocorrendo em muitos lugares, institucionalizado ou não, sob várias modalidades”. Ele identifica a prática pedagógica ocorrente em diferentes espaços.

Em várias esferas da sociedade surge a necessidade de disseminação e internalização de saberes e modos de ação (conhecimentos, conceitos, habilidades, hábitos, procedimentos, crenças, atitudes), levando a práticas pedagógicas. Mesmo no âmbito da vida privada, diversas práticas educativas levam inevitavelmente a atividades de cunho pedagógico na cidade, na família nos pequenos grupos, nas relações de vizinhança. (LIBÂNEO, 2010, p. 27)

Libâneo concorda com Pilletti ao fazer uma análise sobre os tipos de educação. Para o autor, existe a educação não intencional (referindo-se às influências do contexto social em que o indivíduo está inserido), e a educação intencional (que se refere àquelas que têm objetivos e intenções definidos). A educação intencional pode ser subdividida em formal (é a que acontece nas escolas, agências de instrução e educação) ou não-formal (é aquela realizada fora dos sistemas educacionais convencionais), dependendo dos objetivos. O critério de classificação utilizado por Libâneo para diferenciar os tipos de educação, encontra-se na intencionalidade, ou seja, nos “processos orientados explicitamente por objetivos e baseados em conteúdos e meios dirigidos a esses objetivos” (LIBÂNEO, 2010, p. 92).

Percebemos que a educação é um processo que ocorre em diferentes meios e espaços, e que implica em aprendizagem, seja de modo não intencional, por observação, por exemplo, ou intencionalmente, como acontece com conteúdos específicos no espaço escolar.

Diante disso outra definição se torna importante: “O que é aprendizagem?” e “Como ela ocorre”?

Os estudos de Ausubel e Freire sobre a aprendizagem significativa fornecem contribuições importantes para essa reflexão. Eles defendem uma prática educativa que reconheça o conhecimento prévio dos alunos como uma proposta pedagógica alicerçada na criticidade e autonomia. Nos tópicos a seguir as perspectivas desses autores são abordadas.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

LIBÂNEO, José Carlos. **Pedagogia e pedagogos para quê?** 12. ed. São Paulo, Cortez, 2010.

PILETTI, Nelson. **Psicologia educacional**. 17. ed. São Paulo: Ática, 2004.

## CAPÍTULO 2

# CONCEPÇÃO DE APRENDIZAGEM SEGUNDO PAULO FREIRE

### BREVE BIBLIOGRAFIA

Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997), conhecido no Brasil e no exterior apenas como “educador Paulo Freire”, foi um educador e filósofo brasileiro considerado um dos pensadores mais notáveis da história da pedagogia. Nasceu no Recife/PE e formou-se bacharel em direito em 1959, mas nunca exerceu a profissão. É também considerado o Patrono da Educação Brasileira. Ele inspirava uma educação que possibilitasse uma formação que tivesse sentido para o aluno. Na década de 60, no Rio Grande do Norte, alfabetizou 300 trabalhadores em 45 dias utilizando o “Método Paulo Freire”, método que ficou conhecido nos círculos educacionais (esse método será elucidado mais à frente). Sua metodologia foi utilizada em diversas campanhas de alfabetização, mas por adotar pensamentos Marxistas acabou sendo exilado durante o regime militar de 1964.

Paulo Freire foi um humanista de pensamento pedagógico inovador, defendeu uma pedagogia crítica e, por isso, “considerada muito perigosa” (RUBIO 1997, p.2).

Em suas obras, Freire defendeu a teoria dialógica na busca pela libertação, e na obra “Ação cultural para a liberdade” (FREIRE, 1981) ele destaca:

Não há “pronúncia” do mundo sem consciente ação transformadora sobre o mesmo. “Ação consciente” a que Marx várias vezes se referiu. Mas é necessário sublinhar-se, também, que há diferentes maneiras de “pronunciar o mundo”. *A das classes dominantes, que determina o silêncio das classes dominadas ou a aparência de sua voz, na sua recuperação por aquelas, e a das classes dominadas, que demanda sua organização revolucionária para a abolição das estruturas de opressão.* (FREIRE, 1981, p. 41. Grifo dos autores)

Não há, porém, humanização na opressão, assim como não pode haver desumanização na verdadeira libertação. Mas, por outro lado, *a libertação não se dá dentro da consciência dos homens, isolada do mundo, senão na práxis dos homens dentro da história que, implicando na relação consciência-mundo, envolve a consciência crítica desta relação.* (FREIRE, 1981, p. 79. Grifo dos autores)

Freire escreveu essa obra em seu exílio, em Genebra, e no prefácio salienta: “Depois de um longo período de hesitação, resolvi, afinal, juntar neste volume alguns dos textos que escrevi entre 1968 e 1974. Textos entre os quais somente uns poucos têm sido mais amplamente divulgados, sobretudo em inglês e espanhol.” (FREIRE, 1981).

A criação e ampla difusão de uma pedagogia crítica voltada para a libertação fez de Freire alvo de repressão. Rubio destaca que Freire “foi perseguido, preso, torturado e finalmente exilado em 1964, depois do golpe militar” e ressalta:

Além das conseqüências sócio-políticas, culturais e econômicas pela variedade de golpes e de intervenções militares na América Latina, Freire soube captar lucidamente, sobretudo no campo educacional, as conseqüências das outras formas de intervenção, talvez menos diretas mas igualmente daninhas e perniciosas para nossos povos e proveitosas para os fins da dominação. (RUBIO, 1997, p.3)

Durante os anos de exílio, escreveu diversas obras, dentre elas, “Pedagogia do Oprimido” (1968), escrito quando Freire estava exilado no Chile, caracterizada como sua principal obra e que o tornou conhecido mundialmente. Recebeu 29 títulos de Doutor Honoris Causa entre as universidades da América Latina e Europa, e vários outros prêmios, como o de “Educação para a paz”, da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). Tornou-se exemplo para gerações de professores conquistando um amplo público de pedagogos, teólogos e cientistas sociais, até os nossos dias.

## CONCEPÇÕES

Freire (1993), propõe o fim de uma educação bancária, dita como aquela na qual o professor deposita seu conhecimento no aluno e ele guarda na memória como se fossem “arquivos humanos”, sem nenhuma capacidade reflexiva. Para Freire, o aluno é tão capaz de produzir conhecimento quanto o professor que o está conduzindo nesse processo. Ressalta ainda que o importante para as pessoas é saber “ler o mundo” e que, para tanto, o professor tem que refletir, dialogar, criar e recriar estratégias com as quais seus alunos possam construir sua própria aprendizagem, sendo capazes de grandes transformações comportamentais.

Sua prática pedagógica fundamenta-se na crença de que o aluno consegue assimilar o objeto de estudo fazendo uso de uma prática dialética com a realidade, fazendo ele próprio o caminho, e não seguindo um previamente construído, cunhando o rumo da sua própria aprendizagem. Segundo Freire (1997, p. 21), “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. O Método de Freire baseia-se no diálogo, na escuta e no respeito ao aprendiz como pessoa capaz de produzir significado e não apenas de receber lições passivamente.

A metodologia de Paulo Freire é baseada na reciprocidade, na troca de experiências, na qual aluno e professor aprendem juntos. Para ele, os alunos trazem consigo uma vasta bagagem de experiências e saberes que podem e devem ser usados como base para uma aprendizagem significativa. Assim, antes de qualquer coisa, é preciso conhecer o aluno enquanto indivíduo, inserido num contexto social, e valorizar os saberes que eles trazem para a sala de aula.

Nesse sentido, o importante não é transmitir conteúdos específicos, mas despertar uma nova forma de relação com a experiência vivida, ensinando o aluno a “ler o mundo”. Portanto, a leitura de mundo (conhecimento acumulado ao longo da vida) é o ponto de partida para o processo da aprendizagem significativa. Freire enfatiza que a “leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade daquele.” (1997, p. 11-12).

É interessante saber que a aprendizagem acontece tanto em bancos de escolas como também nas “escolas da vida” (aqui representadas pela mídia, igreja, família, comunidade e na relação com o mundo que o cerca), exercendo grande influência educativa que incidem sobre o processo de construção da aprendizagem, contribuindo para consolidá-la. Isto significa que muito antes do aluno ir para a escola ele já interage em diversas situações de aprendizagem em seu cotidiano. O professor não deve se esquecer que o aluno vive diferentes situações no dia a dia e que a leitura do seu mundo é grande e variável.

Importante destacar que essa “leitura de mundo” é uma metáfora importante, já que tudo aquilo que o indivíduo conhece de si mesmo e do mundo é tão importante quanto sua própria filosofia de vida. Essas leituras, tantas vezes desprezadas no cotidiano escolar, revelam-se atrativas nas conversas e discussões entre os alunos e não tornar esses momentos uma constante na sala de aula é ignorar completamente o desenvolvimento físico, social, moral e político de alunos.

Paulo Freire (2000, p. 107), afirma que:

Uma leitura de mundo crítica implica o exercício da curiosidade e o seu desafio para que se saiba defender das armadilhas, por exemplo, que lhe põem no caminho as ideologias. As ideologias veiculadas de forma sutil pelos instrumentos chamados de comunicação. Minha briga, por isso mesmo, é pelo aumento de criticidade com que nós podemos defender dessa força alienante. Esta continua sendo uma tarefa fundamental de prática educativo-democrática.

Para Freire (1993), o processo educativo é um ato político, uma ação que resulta na relação de domínio e liberdade entre as pessoas. Para ele, ninguém ensina e tampouco aprende sozinho. Assim, antes de alguém aprender um conteúdo é necessário que aprenda a ler o mundo.

[...] dessa rica experiência de compreensão do meu mundo imediato, sem que tal compreensão tivesse significado malquerenças ao que ele tinha de encantadoramente misterioso, que eu comecei a ser introduzido na palavra. A decifração da palavra fluía naturalmente da “leitura do mundo” particular. Não é algo que se estivesse dando supostamente a ele. Fui alfabetizado no chão do quintal de minha casa, à sombra das mangueiras, com palavras do meu mundo e não do mundo maior dos meus pais. O chão foi meu quadro negro; gravetos, o meu giz. (FREIRE, 1993, p. 15)

Freire reconhecia que o mundo da linguagem fazia parte de seu contexto social, do seu mundo imediato e foi ali que ele aprendeu a interagir com o mundo. Ampliando essa experiência para a sala de aula, é o conhecimento que o aluno tem sobre um determinado conteúdo que lhe permitirá fazer as interferências necessárias para relacioná-lo com suas opiniões, expectativas e fatos do seu dia a dia, promovendo dessa maneira, uma aprendizagem significativa.

O método desenvolvido por Paulo Freire execra a repetição e memorização de palavras, e partindo do diálogo e da conversa, desenvolve a capacidade de pensá-las com base no cotidiano do aluno, formando uma lista de palavras geradoras (por volta de 15 a 20). Essas palavras são ditas geradoras porque possibilitam a formação de muitas outras, facilitando o entendimento do aluno e promovendo a aprendizagem de maneira significativa. Podemos dizer que as palavras geradoras se iniciam pelo levantamento do universo vocabular do aluno.

Estas palavras são chamadas geradoras porque, através da combinação de seus elementos básicos, propiciam a formação de outras. Como palavras do universo vocabular do alfabetizando, são significações constituídas ou reconstituídas em comportamentos seus, que configuram situações existenciais ou, dentro delas, se configuram. Representativos das respectivas situações, que, da experiência vivida do alfabetizando, passam para o mundo dos objetos. O alfabetizando ganha distância para ver sua experiência: “admirar”. Nesse instante, começa a decodificar. (FREIRE, 1993, p. 06)

Feitosa (1999, p.4) diz que “o Método Paulo Freire tem como fio condutor a alfabetização visando à libertação. Essa libertação não se dá somente no campo cognitivo, mas acontece essencialmente nos campos social e político.” Para ele, e para nós, a educação não pode ser aquela que executa a memorização mecânica dos educandos, mas a que proporciona meios para o pensar autêntico.

O ato de aprender a ler e escrever deve começar a partir de uma compreensão muito abrangente do ato de ler o mundo, coisas que os seres humanos fazem antes de ler a palavra. Até mesmo historicamente, os seres humanos primeiro mudaram o mundo, depois revelaram o mundo e, a seguir, escreveram as palavras. Os seres humanos não começaram por nomear A! F! N! Começaram por libertar a mão e apossar-se do mundo. (FREIRE, 2008, p.15)

Concordamos com as ideias de Freire ao afirmar que os professores precisam preparar suas aulas levando em consideração o que os alunos já sabem (leitura de mundo). Deve-se ter em mente que é, na verdade, o ponto de partida de toda e qualquer aprendizagem.

Paulo Freire (2000, p. 100-101), diz que:

É fundamental a prática do pensar certo para o confronto dos novos desafios que as inovações tecnológicas nos põem hoje quanto a liberdade de criar. Uma educação em que a liberdade de criar seja viável, necessariamente tem que estimular a superação do medo da aventura responsável, tem de ir mais além do gosto medíocre da repetição pela repetição, tem de tornar evidente aos educandos que errar não é pecado, mas um momento normal do processo gnosiológico. É importante que o educando, não importa se alfabetizando adulto à procura do comando gráfico de sua linguagem ou se criança se deslumbrando com suas descobertas do mundo ou se adolescente pensando o próprio pensar, é fundamental que o educando experimente sempre situações em que termine por incorporar a seu saber constituindo-se o saber de que errar é momento do processo de conhecer.



Percebemos, na visão do autor, a importância de aproveitarmos as experiências do aluno, independentemente de sua vivência, para atribuir significado à aprendizagem. E ainda a necessidade de aceitar o erro como parte do processo que conduz ao aprendizado.

## REFERÊNCIAS

FEITOSA, SONIA COUTO SOUZA. **Método Paulo Freire – Princípios e Práticas de uma Concepção Popular de Educação**. 1999. 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 22<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 21. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.1993

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática pedagógica**. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Unesp, 2000.

\_\_\_\_\_. **Ação cultural para a liberdade**. 5a ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra. 149 p. 1981

RUBIO, Eduardo Medina. **Freire: consciência e libertação (a pedagogia perigosa)**. Rev. Fac. Educ., São Paulo, v. 23, n. 1-2, p., jan. 1997. <https://doi.org/10.1590/S0102-25551997000100003>.

## CAPÍTULO 3

# APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM DAVID AUSUBEL

### BREVE BIBLIOGRAFIA

David P. Ausubel (1918-2008) nasceu em Nova York e era filho de imigrantes judeus. Estudou Medicina e Psicologia e se tornou PhD em Psicologia do Desenvolvimento. Foi médico psiquiatra da Universidade de Columbia, Nova York, e dedicou sua vida à psicologia educacional. Tornou-se representante do cognitivismo e propôs uma aprendizagem que tivesse como base um processo de armazenamento de informações que organiza e integra os conteúdos aprendidos de maneira articulada e significativa.

### CONCEPÇÕES

Quando sua Teoria sobre Aprendizagem Significativa (TAS) foi apresentada, em 1963, as ideias behavioristas ainda eram predominantes, ou seja, o que o aluno sabia não era considerado, ele só aprenderia alguma coisa se fosse ensinado por alguém. Entretanto, para Ausubel, uma aprendizagem realmente significativa implica em ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e relacioná-las a novos conteúdos. Em outras palavras, organizar e integrar as informações na estrutura cognitiva do aluno.

No entendimento de Ausubel *apud* Moreira (2011, p. 161):

[...] o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações das experiências sensoriais do indivíduo (grifo do autor).

Para o autor, essas estruturas cognitivas são estruturas hierárquicas de conceitos que apontam as representações do indivíduo, formadas pelo teor das ideias e sua organização. Essas estruturas cognitivas são construídas progressivamente de maneira que possam servir de ancoragem para a elaboração de outras mais complexas. Dessa forma, ao se fazer a interação de um conceito conflitante com um já existente, há um esforço de modificação para que suas estruturas compreendam a novidade.

Entretanto, Ausubel salienta que pode acontecer de não haver uma ligação do conhecimento novo a algo relevante já conhecido (subsunçor). Neste caso ocorre a memorização, aqui denominada de aprendizagem mecânica.

## APRENDIZAGEM MECÂNICA *VERSUS* APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Moreira (2003), afirma que a aprendizagem mecânica acontece quando as novas informações fornecidas ao aluno têm pouca ou nenhuma associação aos conceitos já existentes (subsunçores) na estrutura cognitiva. Contudo, “[...] um certo grau de mecanicidade, não deve ser desprezado, porque também conteúdos que não podem ser substantivamente modificados são necessários no dia a dia. [...] nem sempre o que se aprende significativamente é compatível com o conhecimento especializado de uma determinada área”. (PONTES NETO, 2001, p. 65-78). Neste tipo de aprendizagem mecânica ocorrem

[...] associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras) (AUSUBEL, 1980, p. 23).

A aprendizagem mecânica é responsável por um armazenamento de informações arbitrário, sem significado ou compreensão por parte dos alunos. Esse tipo de aprendizagem, oriunda da prática sem reflexão, pode contribuir para aplicações apenas a situações conhecidas, sem extrapolações.

A aprendizagem significativa é realizada por meio de “incorporação não arbitrária”. O aluno compreende, consegue explicar com as próprias palavras e consegue fazer extrapolações.

No entanto, Moreira (2011) ressalta que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não devem ser consideradas antagônicas, mas interligadas. Ele argumenta que entre as aprendizagens existe uma “área cinza” onde acontece a maioria das aprendizagens, é nessa área que se encontra a transição entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, que podem estar articuladas de maneira contínua, conforme a ilustração da Fig. 01.

**Figura 1: Ilustração entre aprendizagens.**



Fonte: autoria própria

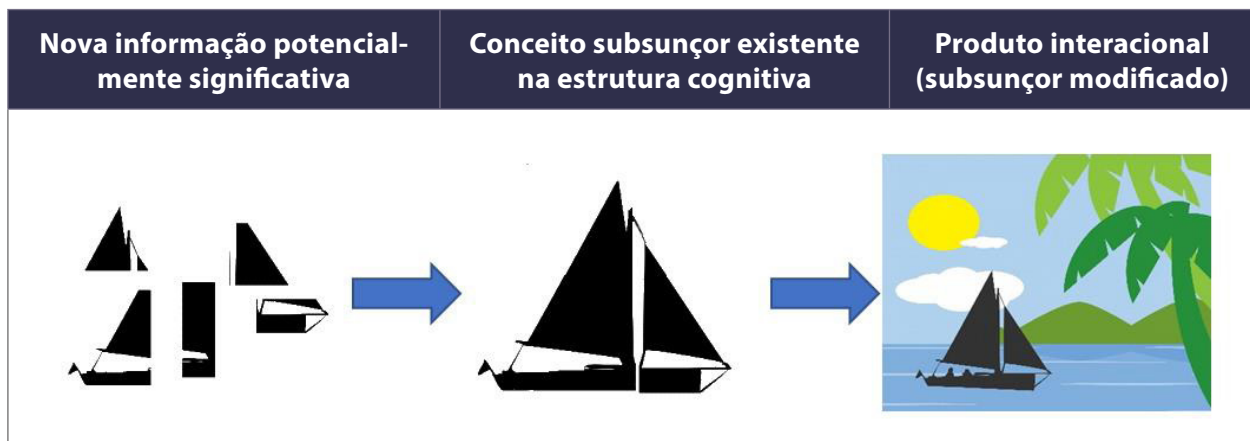
O autor também ressalta que a aprendizagem não é estacionária, uma vez que “[...] as aprendizagens podem ser parcialmente significativas, parcialmente mecânicas, mais significativas, mais mecânicas” (MOREIRA, 2003, p. 23). Assim, um conhecimento que fora aprendido de maneira mecânica pode se tornar significativo, sendo fixado na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, existe um contínuo entre as aprendizagens.

## SUBSUNÇORES E ORGANIZADORES PRÉVIOS NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

De acordo com Moreira (1997, p. 01), “aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) à estrutura cognitiva do aprendiz.” Assim, a não-arbitrariedade quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona com os subsunçores (conhecimentos relevantes), que funcionam como “âncoras” para as novas ideias, conceitos e proposições.

Os subsunçores são estruturas específicas nas quais uma nova informação pode se integrar ao cérebro, que é altamente organizado e armazena experiências. Eles se tornam mais elaborados e mais abrangentes, capazes de ancorar novas informações à medida que ocorre o aperfeiçoamento dos significados e que aprendizagem é convertida em significativa. “*Vou entender o que é barco aliando esta palavra e representação à um objeto que flutua.*”. A figura 2 ilustra esse processo.

**Figura 2: Representação da formação do conhecimento através de subsunçores.**



Fonte: autoria própria.

Moreira (1999, p. 13), destaca que não se trata de associar os subsunçores, mas “[...] de interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual essas adquirem significados e são integradas à estrutura cognitiva”. Nesse processo, os conceitos subsunçores são reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados. Assim, quando o novo conhecimento consegue interagir e se ligar aos conhecimentos âncoras (subsunçores) torna-se parte da sua estrutura cognitiva, modificando-a e fazendo os conhecimentos âncoras mais elaborados e estáveis. Entretanto, não basta inserir conceitos novos baseados nos conceitos já existentes. Ausubel “recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores” (MOREIRA & MASINI, 2011, p. 21).

Ausubel et al. (1980), propõem os organizadores prévios, que servem como “pontes cognitivas”. São âncoras criadas a fim de manipular a estrutura cognitiva do aluno de maneira que levem ao desenvolvimento dos subsunçores. Ou seja, são informações e recursos introdutórios que devem ser apresentados antes dos conteúdos da matriz curricular e servem de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa. Importante destacar que o organizador prévio não é um pré-requisito associado a uma determinada matéria ou conteúdo. Os organizadores prévios, segundo o autor, podem ser textos, imagens, simulações computacionais, experimentos, ou a combinação de duas ou mais situações. Porém, deve:

1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; 2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; 3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.(MOREIRA, 2011, p. 03)

Com vistas a uma melhor definição dos organizadores prévios, o texto a seguir demonstra um exemplo da utilização deles, bem como a função que eles fazem com relação ao conhecimento prévio do aluno:

#### **Organizador prévio: armazenamento de medicamentos**

*Assunto:* cuidados básicos e importância no armazenamento de medicamentos.

*Organizador prévio:* seria fornecido um questionário com perguntas envolvendo o armazenamento de medicamentos na casa de cada aluno, sendo que este questionário deveria ser respondido por cada aluno para que, na aula subsequente, fossem discutidas as respostas encontradas, para então introduzir o assunto da aula.

*Função do organizador:* os alunos, ao responderem o questionário e discutirem as respostas encontradas, fariam uma ponte entre o conhecimento prévio que eles tinham até então de armazenamento de medicamentos com o novo conhecimento potencialmente significativo.

*Modelo de questionário:*

Como são armazenados os medicamentos em sua casa?

- 1) Em armários fechados. Sim ( ) Não( )
- 2) No banheiro. Sim ( ) Não( )
- 3) Na cozinha. Sim ( ) Não( )
- 4) Longe do alcance de crianças. Sim ( ) Não( )
- 5) Dentro de sua respectiva caixinha. Sim ( ) Não( )
- 6) Com a bula. Sim ( ) Não( )
- 7) Na bolsa. Sim ( ) Não( ) .(MOREIRA, 2013, p. 35)

Portanto, pode-se afirmar que organizadores prévios são recursos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa, modificando a estrutura cognitiva do aprendiz e tornando-a mais capaz de assimilar e reter informações subsequentes. Baseando-se nessa premissa, é muito bom que os professores utilizem tal estratégia na preparação de suas aulas e materiais didáticos.

## APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR DESCOBERTA E POR RECEPÇÃO

Para Ausubel et al. (1980), a aprendizagem significativa pode ocorrer de duas maneiras: por recepção e por descoberta. Podem ocorrer de maneira mecânica ou significativa, uma vez que depende de como foram armazenadas na estrutura cognitiva do aluno.

Na aprendizagem por descoberta, o aluno deve aprender “sozinho”, descobrir algum princípio ou relação entre o conceito e o conhecimento pré-existente. Nesse tipo de aprendizagem, o autor afirma que só será significativa se o conteúdo descoberto for incorporado aos conceitos subsunçores já existentes, possibilitando ao aluno produzir um novo conceito.

Já na aprendizagem por recepção, recebe-se a informação pronta (como em uma aula expositiva) e o trabalho do aluno consiste em atuar ativamente sobre este material, a fim de relacioná-lo às ideias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva (subsunçores). Nesse tipo de aprendizagem, Ausubel assegura que

[...] o conteúdo total do que está por aprender apresenta-se ao aprendiz de forma acabada. A tarefa de aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do mesmo. Ao aprendiz apenas se exige que interiorize o material [...] que lhe é apresentado de forma a ficar disponível e reproduzível numa data futura (AUSUBEL, 2003, p. 48).

Baseando-se nessas argumentativas, pode-se afirmar que a aprendizagem por recepção é a que se encontra no sistema de ensino brasileiro atualmente. No entanto, não significa que não há aprendizagem significativa nesse processo, uma vez que o aluno necessita relacionar as novas informações com os conhecimentos prévios que possui, exigindo dele uma reestruturação cognitiva. Cabe ressaltar que esses conhecimentos prévios podem ser acessados pelo professor por meio da utilização dos organizadores prévios, conforme discutidos anteriormente.

## TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para que haja uma melhor compreensão, Ausubel et al. (1980), dividem a aprendizagem significativa em 03 tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e a aprendizagem proposicional. Falaremos brevemente sobre cada uma delas.

**A) Aprendizagem representacional:** É o tipo mais básico de aprendizagem significativa e é a que está mais perto da aprendizagem mecânica. Ocorre quando o aluno estabelece equivalência de significados entre os símbolos e seus correspondentes (objetos, exemplos, conceitos). Ou seja, é a aprendizagem do significado de símbolos individuais. A ilustração na figura 2 representa esse tipo.

**B) Aprendizagem de conceitos:** é uma extensão da aprendizagem representacional, mas em um nível mais abrangente e abstrato. Nesse tipo de aprendizagem, os novos conceitos relacionam-se com as ideias relevantes na estrutura cognitiva, dando origem a um novo significado. Segundo Ausubel et al. (1980), essa aprendizagem é própria das crianças e ocorre por:

*Formação de conceitos:* acontece por descobertas proporcionadas pela experiência;

*Assimilação de conceitos:* é a capacidade de aprender sem a necessidade de experiências empírico-concretas.

**C) Aprendizagem proposicional:** É o inverso da aprendizagem representacional. Nesse tipo de aprendizagem, é necessário o conhecimento prévio dos conceitos. De acordo com Moreira (1997), a aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória, dependendo de como a nova informação interagirá com o conhecimento prévio do aluno.

*Subordinada:* a informação nova é assimilada pelo subsunçor passando a alterá-lo. Se a nova proposição simplesmente exemplifica ou explica uma ideia já existente na estrutura cognitiva, essa aprendizagem é derivativa. Se ela for uma extensão ou modificação de conceitos ou proposições previamente aprendidas significativamente (subsunçores), ela é correlativa.

*Superordenada:* Ocorre quando uma nova informação é relacionável a ideias subordinadas específicas existentes. Acontece quando, partindo dos subsunçores, se forma uma ideia mais geral, que condicionará o surgimento de várias outras ideias. Pode-se usar como exemplo o fato de que à medida que o aluno assimila os conceitos de carro, caminhão e ônibus, ele pode mais tarde aprender que todos estes são subordinados ao conceito de meio de transporte.

*Combinatória:* A nova informação não é suficientemente ampla para absorver os subsunçores e muito abrangente para ser absorvida por eles. Há uma combinação de conceitos dando origem a novos esquemas mentais. É quando conceitos ou proposições que não são subordináveis nem são capazes de subordinar algum conceito ou proposição já estabelecido na estrutura cognitiva.

## CONDIÇÕES PARA QUE OCORRA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

É certo dizer que a aprendizagem é construída quando se assimila ou se modifica os conhecimentos que foram ancorados e relacionados ao conhecimento prévio por meio de experiências que, por serem significativas, criam o desejo de aprender. Todavia, há a preocupação com a vontade do aluno em relacionar o novo conceito à sua estrutura cognitiva, caso contrário, ele terá uma aprendizagem mecânica e sem significado, mesmo quando o conteúdo for potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003). Da mesma forma, mesmo se o aluno tiver vontade e disposição, se o argumento não for potencialmente significativo, o aluno irá apenas obter uma aprendizagem mecânica.

Dessa forma, pode-se dizer que, para haver aprendizagem significativa são necessárias algumas condições: é preciso que o aluno tenha conhecimento relevante anterior sobre o tema de aprendizagem (conhecimento prévio); o conteúdo ou a aula deve ser potencialmente significativo (deve ter significado lógico); o aluno decida aprender significativamente, abandonando

práticas incompatíveis (memorização) e, não menos importante, o professor encoraje a aprendizagem significativa usando ferramentas e materiais instrucionais apropriados que devem ser organizados de acordo com os seguintes princípios: *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa*.

De acordo com Ausubel et al. (1980), a diferenciação progressiva acontece quando os conteúdos mais gerais são apresentados ao aluno primeiro. Assim, um conceito original vai sendo progressivamente detalhado e evoluindo por meio das assimilações subordinadas, que resultaram de um processo de análise. Já a reconciliação integrativa acontece quando se explora relações entre ideias, aponta similaridades e diferenças importantes, reconcilia discrepâncias reais ou aparentes. Assim, os conceitos originais buscam associações entre si. Convém ressaltar que os dois princípios estão relacionados, pois toda aprendizagem por diferenciação progressiva acaba por se tornar uma reconciliação integrativa.

É importante haver uma relação entre professor e aluno com o objetivo de compartilhar significados, principalmente quando se envolve os materiais educativos. Nessa dinâmica, o aluno oferece ao professor o seu conhecimento prévio baseado na tradição e experiência pessoal enquanto o professor oferece ao aluno o conhecimento subentendido, ou seja, os fundamentos e a metodologia propostos pelo ensino.

Portanto, é fundamental que o professor valorize o conhecimento prévio do aluno, organizando os conteúdos de maneira que o aluno construa seu próprio conhecimento, partindo de sua realidade, sua cultura e sua vivência.



## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. In: Encontro Internacional sobre el aprendizaje significativo. 1997, Burgos. MOREIRA, M.A. et al. (Orgs.) Actas. Burgos: Universidade de Burgos, 1997, p. 19-44.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. 2012 Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In: II Encontro Internacional: Linguagem, Cultura e Cognição. Mesa redonda Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências. Belo Horizonte, MG, Brasil, 16-18/jul/2003. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em 15 de março de 2020.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente significativas**. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. PUCPR, 2013.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 2011.

PILETTI, Nelson. **Psicologia educacional**. 17. ed. São Paulo: Ática, 2004.

PONTES NETO, José. A. S. **Sobre a aprendizagem significativa na escola**. MARTINS, E. J. S. et. al. Diferentes faces da educação. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001, p. 13-37.

## CAPÍTULO 4

# FREIRE VERSUS AUSUBEL

A aprendizagem não tem caráter permanente. Não se pode afirmar que existem pessoas que já aprenderam tudo sobre todas as coisas, tampouco pessoas que não conseguem aprender. Estamos todos aprendendo durante todo o tempo. O que se pode dizer é que existem níveis de aprendizagem, mas esses não são absolutos, pois a aprendizagem acontece por meio de superações constantes. O que realmente importa, tanto para Ausubel quanto para Freire, é se essa aprendizagem foi significativa ou não.

Sobre a TAS, Ausubel afirma que o conteúdo a ser ensinado pelo professor deve levar em consideração o conhecimento prévio do aluno, sendo, nesse momento, o ponto de partida no processo de ensino e aprendizagem. Moreira (2012), baseado nos estudos do autor, salienta que “é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos” (MOREIRA, 2012, p. 09). Contudo, para que isso ocorra, é necessário que o professor descubra o que o aluno já sabe e, partindo disso, com os recursos didáticos e metodologias de ensino adequadas, propiciar a ele uma aprendizagem que seja realmente significativa.

Ausubel (2003), destaca que

[...] fatores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas. A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura. (AUSUBEL, 2003, p.23),

Esta perspectiva de aprendizagem também é defendida por Freire que, em sua teoria educacional, acreditava ser necessário valorizar os saberes prévios que os alunos adquiriam ao longo de suas histórias de vida, não idealizando o aluno como um ser vazio, mas munido de capacidade para aprender e se desenvolver. Para ele, o educando deveria ser visto como sujeito de seu ato de aprender (SANTANA & CARLOS, 2013). A teoria educacional freiriana defende que a leitura de mundo do aluno é o ponto de partida para o processo de ensino aprendizagem, sendo que os novos conhecimentos a serem aprendidos devem estar associados a seus interesses, anseios e necessidades.

Ausubel também ressalta que o material a ser apresentado pelo professor deva ter significado para o aluno e que ele deve ter o desejo em aprender de maneira significativa, relacionando o novo conceito ao conhecimento prévio que ele já detém em sua estrutura cognitiva. Freire compartilha dessa compreensão ao afirmar que o novo conhecimento precisa ter sentido para o aluno e precisa estar relacionado à sua experiência de vida pois, para o autor, “só aprende quem realmente se apropria do aprendido” (FREIRE, 2008, p. 69).

Ausubel e Freire estão em concordância quando se trata do diálogo. Para os autores, o diálogo estabelece uma relação na qual, tanto professor quanto aluno, possam aprender e ensinar, uma vez que a aprendizagem é um processo no qual o diálogo ocupa uma posição primordial.

Freire fundamenta o trabalho educativo centrado no diálogo e na união entre ação e reflexão em contraposição à transferência de conhecimento de maneira passiva, típica da educação bancária. Para o autor, a educação deve estar centrada no educando, e deve fazer com que esse seja senhor de sua própria aprendizagem. Gadotti (1999, p. 02) contribui com esse pensamento ao afirmar que “o educador para pôr em prática o diálogo, não deve colocar-se na posição de detentor do saber, deve antes, colocar-se na posição de quem não sabe tudo, reconhecendo que mesmo um analfabeto é portador do conhecimento mais importante: o da vida.”

Isso fará com que o papel do educador seja fundamentalmente dialogar com o discente a respeito de situações concretas, e oferecerá os meios com os quais possa aprender.

Freire e Ausubel divergem suas opiniões quanto ao processamento da organização e integração do conhecimento. Para Ausubel, aprender é um processo psicológico cognitivo. Assim, no entendimento de Ausubel apud Moreira (2011, p.161):

[...] o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. *Estrutura cognitiva* significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações da experiência sensoriais do indivíduo (grifo do autor).

Cabe ressaltar que, para que o aluno consiga organizar os conhecimentos em sua estrutura cognitiva, os novos conteúdos precisam estar associados aos conhecimentos prévios.

Para Freire, a aprendizagem não ocorre apenas no aspecto cognitivo, mas também na relação com o mundo e seus componentes sociais, políticos e culturais. Para o autor, os alunos são sujeitos que trazem consigo uma bagagem de informações culturais, experiências e maneiras de interpretar a própria realidade. Essa identidade cultural é o requisito básico para a aprendizagem autônoma, independente e crítica. De acordo com Freire, a leitura de mundo dos alunos e seus conhecimentos prévios (adquiridos ao longo da vida) é o ponto de partida, no processo da aprendizagem significativa. No entendimento de Freire (2003, p.85), “somente uma escola centrada democraticamente no seu educando e na sua comunidade local, vivendo as suas circunstâncias, integrada com seus problemas, levará os seus estudantes a uma nova postura diante dos problemas de contexto.”

Assim, Freire recomenda um modelo de educação em que o aluno não se acomode ou se conforme com os conteúdos repetitivos e descontextualizados de sua realidade que lhes é imposto. Por isso, sugere “uma educação que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço. A da pesquisa ao invés da mera, perigosa e enfadonha repetição de trechos e de afirmações desconectadas das suas condições mesmas de vida.” (FREIRE, 2007, p.101)

A proposta de uma aprendizagem significativa orientada por Freire vai muito além do ato de codificação e decodificação descontextualizadas da realidade do aluno. É uma proposta educativa por meio da consciência crítica, de um posicionamento político, e de uma concepção de educação como uma forma de intervenção no mundo.

Ausubel e Freire divergem quanto à aprendizagem mecânica. Ausubel não descarta a possibilidade da aprendizagem mecânica no início do processo, considerando-a útil nesse momento. Para o autor, quando o novo material de aprendizagem é incorporado, armazenado à estrutura cognitiva do educando de forma literal, arbitrária e sem significado, acontece a aprendizagem mecânica. Essa aprendizagem ocorre quando o novo conhecimento é apresentado ao aluno e ele, por inúmeros motivos, não faz a conexão com os outros conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva. De acordo com o autor, esse tipo de aprendizagem mecânica ocorre quando:

[...] falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno denota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras). (AUSUBEL,1980, p. 23)

Entretanto, Ausubel (2003) afirma que a aprendizagem mecânica é inevitável quando o aluno não tem, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios que possam auxiliar a conexão com o novo conhecimento a ser ancorado. Baseando-se nessa premissa, o autor sugere que a aprendizagem significativa e a mecânica não devem ser consideradas como uma dicotomia, mas como um “*continuum*”. Moreira & Masini (2008, p.23), enfatiza esse conceito ao afirmar que “as aprendizagens podem ser parcialmente significativas, parcialmente mecânicas, mais significativas, mais mecânicas”. Assim, é possível que o novo conhecimento que foi aprendido, a princípio, de forma mecânica possa ser progressivamente organizado na estrutura cognitiva do aluno, transformando uma aprendizagem mecânica em uma significativa.

Já Freire abomina completamente a aprendizagem mecânica, mesmo no início do processo, pois considera que nessa aprendizagem não há uma relação do conhecimento com a experiência de vida do aluno, exigindo-se do aluno respostas memorizadas. Ele defende categoricamente que ensinar não é apenas descarregar sobre os alunos “pilhas e pilhas” de informações aleatórias na esperança de que as memorizem e as reproduzam por meio de infundáveis repetições. Segundo o autor, o aluno entende criticamente a necessidade de aprender e se prepara para ser o agente dessa aprendizagem. E consegue fazê-la na medida em que essa aprendizagem seja mais que o simples domínio mecânico de técnicas e manuais. Implica não em uma memorização mecânica dos conhecimentos adquiridos de maneira desvinculada do contexto social do qual está inserido, mas em uma autoformação da qual pode resultar uma postura atuante do homem sobre seu contexto. Por isso, a aprendizagem não pode ser um processo de fora para dentro, mas de dentro para fora, pelo próprio aluno, somente ajustado pelo educador.

Pode-se dizer, portanto, que para superar os entraves de uma aprendizagem mecânica e sem significado, Ausubel reconhece e resgata os saberes do discente trazendo-os para o cenário escolar por meio da aprendizagem significativa, e Freire amplia esse resgate ao trazer a esses mesmos saberes uma visão politizada da vida acadêmica e uma reciprocidade entre diálogo e existencialismo. Tanto Ausubel quanto Freire reconhecem o saber e a potencialidade dos alunos para aprender (para aprender dos alunos) e promovem o diálogo, e a cognição como caminhos para a aprendizagem duradoura significativa.

Por fim, percebe-se que, tanto nas contribuições de Ausubel quanto nas de Freire, para que a aprendizagem seja significativa deve-se partir do conhecimento prévio do aluno, sempre usando do diálogo e de materiais pedagógicos significativos para que o novo conhecimento tenha sentido para ele. Assim, a participação do aluno nesse processo é fundamental e cabe

ao professor ter propostas adequadas, claras e objetivas, que coloque o aluno em situações concretas e que possam auxiliá-lo a compreender o mundo que o cerca.

Para tanto, o professor pode fazer uso dos meios de comunicação como informática, revistas, televisão, vídeos, softwares e simulações. Esses últimos possuem grande poder pedagógico, visto que se apresentam os mais variados conteúdos com agilidade e interatividade. Consequentemente, torna-se cada vez mais necessário que a escola se aproprie dos recursos tecnológicos, dinamizando o processo de aprendizagem e favorecendo a aprendizagem significativa. Esses recursos tecnológicos, mais propriamente as tecnologias de informação e comunicação (TICs) e as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) serão o foco de estudo de capítulos à frente.

Até aqui percebemos o que é educação e alguns elementos envolvidos na aprendizagem, à luz de Ausubel e Freire. No entanto, precisamos reconhecer que o elemento comportamental influencia no processo de ensino, e que existem fatores internos e externos que influenciam o comportamento do aluno, independentemente da teoria que o professor ou a escola escolham para desenvolvimento educacional. Nesse sentido, no próximo capítulo elaboramos algumas considerações para contribuir com a reflexão acerca da aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- Freire, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 30ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Educação e atualidade brasileira**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática pedagógica**. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.
- GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione, 1999.
- MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 2ª ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.
- \_\_\_\_\_. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. 2012 Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.
- MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. 1ª ed. São Paulo: Vetor, 2008.
- SANTANA, M. F.; CARLOS, E. J. **Regularidades e Dispersões no Discurso da Aprendizagem Significativa em David Ausubel e Paulo Freire**. *Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review*. V3(1). Pp. 12-22. 2013.

## CAPÍTULO 5

# COMPORTAMENTO HUMANO

É muito difícil prever com precisão o comportamento humano. As pessoas respondem de maneiras diferentes a um mesmo problema. Também é difícil avaliar a capacidade individual por testes simples, pois existem muitos fatores que influenciam a resposta humana. Podemos citar, de modo geral, dois desses: fatores intrínsecos e fatores externos.

### *FATORES INTRÍNSECOS*

Chamamos de fatores intrínsecos ao ser humano os relacionados com variáveis como motivação, emoções e processo de pensamento humano, com contribuições de todos os sentidos como a percepção, a predição e, tratando do uso de TDCIs, a familiaridade com os comandos da tecnologia. Esses fatores podem estar correlacionados com habilidades fundamentadas no comportamento individual. Sobre esse fator intrínseco as teorias de aprendizagem de Ausubel e Freire nos ajudam a refletir sobre, e de acordo com alguns estudos que veremos, o uso de TDCIs pode potencializar ou maximizar o aprendizado.

Porém é importante lembrar que independente da melhoria do desempenho do aluno, em função da teoria de aprendizagem ou da técnica/metodologia usada, existe um limite determinado pelo desempenho individual do aluno. Cada um de nós tem uma habilidade intrínseca ou incapacidade de executar determinadas tarefas. Alguns estudos (ARDILA, 2011, FERRANDO et al, 2016, GARDNER, 1999, SOLANO, 2007, SUAREZ, MAIZ, MEZA, 2010) destacam a existência de diferentes inteligências e essa diferença impacta em possuímos certas competências ou imperícias. Para nos ajudar a pensar em uma sala com alunos diferentes, segue um condensado dos tipos de inteligência.

### TIPOS DE INTELIGÊNCIAS

Ferrando *et al* (2016), destacam três tipos de inteligências: **analítica, criativa e prática**. Essa última teoria de inteligência originou o Teste de Habilidades Triádica de Sternberg (Ardila, 2011). De acordo com os autores a analítica é inerente ao indivíduo com grandes habilidades analíticas que se destacam no contexto acadêmico. Porém eles afirmam que tais indivíduos não se destacam em outras áreas. A inteligência criativa é associada, segundo os autores, a pessoas que se destacam no desenvolvimento de ideias, mas não na análise ou na colocação em prática. Por fim, a inteligência prática é associada a indivíduos persuasivos, mas com pensamentos menos reflexivos. Ferrando *et al* (2016) salientam ainda que pode ocorrer combinações de inteligências.

Ardila (2011), faz uma síntese dos conhecimentos acerca da inteligência, e destaca a existência de outras concepções de inteligência, amplamente aceitas em diversos estudos:

**Inteligência emocional** é a capacidade de reconhecer os próprios sentimentos e os dos outros e a capacidade de gerenciá-los. Está organizado em cinco capacidades: conhecer as emoções e sentimentos próprios, administrá-los, reconhecê-los, criar as próprias motivações e gerenciar relacionamentos interpessoais. (ARDILA, 2011, p. 3, traduzido pelos autores)

Ardila (2011), ainda traz em sua obra um resumo das inteligências destacadas por Gardner (1999), grande pesquisador da área:

**Inteligências múltiplas** [...] é a capacidade de resolver problemas ou desenvolver produtos que podem ser valorizados em uma determinada cultura. [...] existem vários tipos de inteligência, a saber:

- *Inteligência lógico-matemática, que permite resolver problemas lógicos e matemáticos. É a concepção clássica de inteligência.*
- *Inteligência linguística, que é a capacidade de usar palavras e conceitos verbais de uma maneira apropriada.*
- *Inteligência musical. É o talento para reconhecer e executar melodias e harmonias musicais.*
- *Inteligência espacial. É a capacidade de distinguir espaço, formas, figuras e seus relacionamentos em três dimensões.*
- *Inteligência intrapessoal. É a capacidade de entender a nós mesmos, nossas motivações e nossas emoções.*
- *Inteligência interpessoal ou social. É a capacidade de entender os outros com empatia.*
- *Inteligência corpo-sinestésica. É a capacidade de controlar e coordenar os movimentos corporais e expressar sentimentos através desses movimentos.* (ARDILA, 2011, p. 3, traduzido pelos autores)

Outros estudiosos da área destacam a existência de mais alguns tipos. Gardner (1999), traz a atenção também a **inteligência naturalista**, que usamos quando observamos e estudamos a natureza. Solano (2007), defende ainda que a inteligência intrapessoal é a inteligência emocional.

Surge então uma pergunta de reflexão: “Podem as diferentes inteligências impactar na educação, e se podem, como?”

Gardner (1999) desenvolveu um estudo da aplicação da teoria das inteligências múltiplas na educação, pois essa se concentra em aspectos cognitivos, independente do meio. Ele propõe uma escola centrada no aluno. “O autor aponta duas hipóteses: Primeiro: todo mundo tem as mesmas capacidades e interesses. Nem todo mundo aprende da mesma maneira. Segundo: ninguém pode aprender tudo o que há para aprender.” (GARDNER, 1999 *apud* SUAREZ, MAIZ & MEZA, 2010. Traduzido e adaptado pelos autores). Ele destaca que é necessário que o professor entenda as habilidades e os interesses dos alunos e planeje a aula de modo a combinar os diferentes perfis dos alunos com o conteúdo curricular.

Suarez, Maiz e Meza (2010), destacam que, no ambiente escolar, há uma predominância de inteligências linguísticas e matemáticas, com mínimas possibilidades de conhecimentos aos outros tipos de inteligências. Salientam ainda que os alunos que não se destacam na inteligência linguística e matemáticas não têm reconhecimento e “dessa maneira, sua contribuição para a esfera cultural e social é diluída; eles até acham que falharam, quando na verdade estamos suprimindo seus talentos.” (p.4). Uma pergunta importante, realizada por essas autoras, é: “uma educação focada apenas em dois tipos de inteligência é o mais apropriado para preparar nossos alunos para viver em um mundo todas as vezes mais complexo?” Compartilhamos com esse questionamento.

Embora não seja o objetivo deste livro analisar profundamente este tópico, é importante reconhecermos a existência de diferentes inteligências e suas implicações no ensino para considerarmos diferentes recursos pedagógicos. Sabemos que o professor não tem meios de usar diferentes recursos para contemplar as diferentes inteligências para o ensino de todo o conteúdo do currículo. No entanto, Gardner (1999, apud Suarez, Maiz e Meza, 2010) destaca cinco estratégias que podem facilitar a didática do professor, para a abordagem das inteligências:

1. *Aproveitar a experiência dos colegas.*
2. *Solicitar ajuda dos alunos.*
3. *Usar tecnologia moderna.*
4. *Promover experiências que despertem o compromisso e a motivação para inteligências diferentes.*
5. *Estudar os diferentes fatores que podem desacelerar ou incentivar o desenvolvimento de inteligências.*

(com adaptações dos autores)

Existem metodologias que preveem a abordagem das inteligências de acordo com estratégias destacadas por Gardner. Neste trabalho destacaremos duas: a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e a Instrução pelos Colegas (IpC). Porque essas consideram: o aproveitamento da experiência dos colegas, enquanto grupos de alunos colaboradores; permitem e incentivam o uso de modernas tecnologias; fomentam a motivação dos alunos e o desenvolvimento de alguns tipos de inteligências. Em breve essas metodologias serão apresentadas, resumidamente.

As autoras Suarez, Maiz e Meza (2010) concluem,

Sem dúvida, a teoria das Inteligências Múltiplas é considerada de grande importância para melhorar o aprendizado de crianças e jovens; minimiza problemas de comportamento; aumenta a auto-estima em crianças e jovens; desenvolve habilidades de cooperação e liderança e aumenta o interesse e a dedicação ao aprendizado. (p. 5)

Podemos perceber que existem diferentes tipos e classificações e sabemos que o professor é responsável por cuidar de várias turmas compostas por diferentes seres humanos com habilidades distintas, sem tratamos das diversas idiossincrasia que temos. Certamente, estimular as diferentes inteligências do aluno é importante para o processo ensino – aprendizagem. Refletir nesses aspectos é importante para visualizarmos o processo em maior plenitude. Entretanto ainda existem as fontes externas de condições propicias ou não ao ensino.



## **FATORES EXTERNOS**

Associamos a fatores externos todas as condições não intrínsecas ou internas ao ser humano e que influenciam o desempenho escolar. Podemos citar situações associadas a fatores socioeconômicos, ao ambiente físico, aos recursos existentes, ao gerenciamento do professor, à organização da aula e das atividades, à duração da aula, ao contexto, ao espaço escolar e não escolar, ao currículo, às interações que ocorrem na sala de aula. Sobre esse último fator destacamos as interações entre aluno – professor, aluno – aluno, aluno – tecnologia, aluno – experimento virtual, outra interação que esteja presente no processo ensino aprendizagem com o uso da tecnologia.

Sobre a interação aluno – experimento, Sales *et al* realizaram um estudo sobre a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem e constataram que os alunos percebem a relevância da experimentação nas aulas de Física e observam “ na experimentação uma oportunidade de aprendizagem e assimilação do conhecimento científico, levando-os a uma perspectiva diferente em relação a disciplina de Física, possibilitando uma melhor articulação entre aluno, professor e conhecimento.” (Sales, et al, p.4, 2019)

É de conhecimento amplo que a experimentação aproxima a teoria da prática e ao cotidiano dos alunos. Digno de nota é a constatação dos autores que afirmam que a experimentação é útil para auxiliar as aulas de Física, melhorar o processo ensino aprendizagem e o desempenho acadêmico.

Aqui não faremos explicações sobre os diferentes fatores externos, que podem impactar no ensino. Mas sabemos que precisam ser pensados e considerados no processo. Alguns elementos não podem ser modificados pelo professor, seja por falta de autonomia, de competência ou por não ser um processo simples, mas acreditamos ser importante a consciência da existência.

Destacamos, porém, que a tecnologia pode potencializar o ensino e que esta abordagem será realizada em capítulos à frente.

## REFERÊNCIAS

ARDILA, Rubén. Inteligencia. **¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar?** Rev. Acad. Colomb. Cienc. 35 (134): 97-103, 2011. ISSN 0370-3908.

FERRANDO, Mercedes et al . **Successful intelligence and giftedness: an empirical study.** Anal. Psicol., Murcia, v. 32, n. 3, p. 672-682. 2016.

GARDNER, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century.* New York, Basic Books  
APUT SUAREZ, Jaqueline; MAIZ, Francelys; MEZA, Marina. Inteligencias múltiples: Una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. Investigación y Postgrado, Caracas, v. 25, n. 1, p. 81-94, abr. 2010.

SALES, João Pedro Almeida. ARAÚJO, Lídia Cruz de. ROCHA Alexandro Silvestre. GOMES, Érica Cupertino. LOBO, Matheus Pereira. **Experimentação como processo de ensino e aprendizagem de Física Óptica.** Revista Desafios – v. 6, n. 03, 2019.

SOLANO, Myleen Madrigal. **Inteligencias multiples: un nuevo paradigma.** Med. leg. Costa Rica, Heredia, v. 24, n. 2, p. 81-98. 2007.

SUAREZ, Jaqueline; MAIZ, Francelys; MEZA, Marina. Inteligencias múltiples: **Una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje.** Investigación y Postgrado, Caracas, v. 25, n. 1, p. 81-94, abr. 2010.

## CAPÍTULO 6

# IMPORTÂNCIA E DESAFIOS AO ENSINO DE FÍSICA

A Física busca a compreensão das leis fundamentais do universo e por meio desse entendimento interagir, criar, explorar possibilidades, e preservar o ambiente. A Física contribui grandemente com a geração de saberes que promovem avanços tecnológicos não somente na área de Ciências Exatas e da Terra, mas também nas áreas como: Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências da Saúde, Ciências Agrárias dentre outras.

Na Educação Básica, a Física compõe a área de Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), e é responsável pelo estudo de diferentes fenômenos que ocorrem na natureza e no cotidiano. Em função da diversidade de aplicações é imprescindível que os conhecimentos científicos da área façam parte do rol de conteúdos científicos e tecnológicos da Educação Básica. No entanto, o ensino de Física nem sempre esteve presente na educação e é importante voltarmos no tempo para entendermos o atual cenário no qual nos encontramos.

### ***BREVE HISTÓRICO DOS PRIMÓRDIOS DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL***

No Brasil Colônia, século XVI, houve um esboço do ensino de Física que se dissipou.

Durante o Brasil Império, o cenário não mudou, mas depois da proclamação da independência o ensino secundarista foi implementado, com a fundação do Colégio Pedro II, em 1837 no Rio de Janeiro. Por meio do decreto nº 8 de 31 de janeiro de 1838 as *ciências físicas e naturais* foram introduzidas no curso regular (JUNIOR, 1979). Segundo Junior (1979, p. 55), “nos fins do século XVIII, face a necessidades decorrentes da evolução industrial a Alemanha criou um novo tipo de ensino secundário mais científico” e “essa influência alemã na escola brasileira trouxe um apreciável desenvolvimento aos estudos científicos” no qual destaca-se o ensino da Física que “deu um grande passo”. No entanto, esse avanço não impactou em progressos pedagógicos no campo do ensino da Física. Junior (1979, p. 56), destaca que “não havia preocupação em fazer ciência enquanto se estudava ciência” [...] “exigia-se dos alunos a decoração e a recordação dos conceitos através de processos mnemônicos ao invés de promover o raciocínio lógico e científico.”

No início do período republicano, houve a primeira reforma do ensino público por meio do Decreto nº 891 de 8 de novembro de 1890. Essa reforma foi interessante porque propôs um currículo com um núcleo científico, composto por conteúdos de Matemática e Física. Entretanto grandes críticas foram feitas, incluindo a exigência de grande abstração no estudo de componen-

tes como Cálculo Diferencial e integral e Mecânica Geral, incompatíveis para o nível intelectual de alunos do 3º e 4º anos. (JUNIOR, 1980).

Alterações significativas foram realizadas com a passagem da preparação e organização da instrução pública para a competência dos Estados, em 1920. A lei nº 1750 de 8 de dezembro de 1920, que trata da “Reforma a Instrucção Publica do Estado” determinou em seu artigo 8º, que as Escolas Normais teriam 6 aulas semanais de Física (physica) e Química (chimica), e no artigo 11 que as Escolas Complementares teriam 7 aulas semanais de Sciencias physicas e naturaes (Ciências Física e Naturais). (BRASIL, 1920).



Saltando para o ano de 2014, a Lei nº 13.005/2014 promulgou o Plano Nacional de Educação (PNE) que, na estratégia 7.1 destaca a necessidade de

estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa, diretrizes pedagógicas para a educação básica e a *base nacional comum dos currículos*, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos (as) alunos (as) para cada ano do ensino fundamental e médio, respeitada a diversidade regional, estadual e local; (BRASIL, 2014. Grifo dos autores).

Embasado nessa estratégia, em 20 de dezembro de 2017, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi homologada. Em 2018, a Resolução nº 3 de novembro atualizou as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e em 14 de dezembro de 2018 foi homologada a etapa do Ensino Médio.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC – manteve a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e reuniu os conteúdos de Física, Química e Biologia em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que eram conteúdos individualizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Embora essa organização não seja a desejada por muitos Físicos Educadores, por diferentes fatores, dentre os quais os epistemológicos e fenomenológicos merecem destaque, a implementação da base é fato.

Contudo, é importante destacar que a área de Ciências da Natureza, “tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2017, p. 321). Ou seja, a função da Educação Básica não é formar cientistas, mas auxiliar no desenvolvimento da capacidade de entender e atuar no mundo, e neste sentido, a Física é importante componente para o letramento científico, contribuindo por meio de conteúdos conceituais, códigos, símbolos, nomenclaturas dentre outros.

Como vimos nessa exposição, a preocupação com o desenvolvimento e com a promoção do raciocínio lógico e científico é antiga.

## **TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO SOB A VISÃO DA BNCC**

Observar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDICs, sob o olhar da BNCC, é importante pois a base é o documento oficial atual.

Dentre algumas ferramentas úteis na busca pelo letramento científico, destacamos as TDICs, e sob a concepção da BNCC acerca da Física, incorporada à área de Ciências da Natureza, encontramos duas competências gerais, que estão articuladas de forma direta e indireta ao uso de TDICs (BRASIL, 2017).

*2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.*

*5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Grifo dos autores)*

Quanto as competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias, é possível observar que o uso de TDCIs pode contribuir para o alcance de algumas delas, associadas ao Ensino Fundamental e Ensino Médio (BRASIL, 2017):

### No Ensino Fundamental

*2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.*

*3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.*

*4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.*

*6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética. (BRASIL, 2017. Grifo dos autores)*

## No Ensino Médio

1. *Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.*

2. *Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.*

3. *Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).* (BRASIL, 2017. Grifo dos autores)

## ALGUNS DESAFIOS AO ENSINO DE FÍSICA

Como observado anteriormente, a função da educação básica não é formar Físicos, porém há real necessidade de o jovem se apropriar dos conhecimentos proporcionados pelo estudo da Física.

Talvez um dos primeiros desafios ao ensino de Física que nos vem à mente seja o interesse dos alunos. No entanto, admiravelmente, estudos apontam para a existência de interesse dos jovens no estudo das Ciências, especificamente a Física. A pesquisadora Ana Maria Santos Gouw (GOUW, 2013), realizou um estudo nacional acerca das opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência e como um dos resultados destaca-se a valorização da disciplina Física por parte dos jovens. Outro resultado surpreendente é que, embora haja interesse dos jovens brasileiros, eles têm pouca disposição em ingressar na carreira científica, e isto está atrelado à “aula excessivamente teórica, abstrata, difícil, com poucas aulas práticas, desconectadas da realidade do aluno”. (GOUW, 2013 p.198).

O motivo principal da falta de interesse dos jovens, representa outro desafio ao ensino de Física. Diogo e Gobara (2007), destacam que o ensino expositivo baseado na memorização e excessiva dependência dos livros didáticos é uma forma de ensino arcaica, da época do Brasil Colônia, e vimos na revisão histórica apresentada que de fato é da época do Brasil Colônia. Mas vimos também que a preocupação com essa abordagem também é antiga. Há muito tempo se percebe que tal ensino é desmotivador para os alunos. Nesse sentido, a contribuição das TDICs é relevante, e será exposta em breve.

Por fim, dois fatores desafiadores não podem ser desprezados em nossas ponderações:

- a baixa quantidade de profissionais formados em cursos de Licenciatura em Física;
- o impacto dessa realidade na qualidade do ensino de Física.

É importante refletir nos desafios e na importância da Física como componente curricular.

## REFERÊNCIAS

BRASIL Lei nº 1.750, de 08 de dezembro de 1920. Aprova a Reforma a Instrução Pública do Estado. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157179/Lei-1750-08.12.1920.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 24 de abril de 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, MEC, 2017.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de junho de 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm)>. Acesso em: 24 de abril de 2020.

BRASIL. Resolução nº 3, de 21 de Novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de Novembro de 2018. Disponível em: < [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622) >. Acesso em: 24 de abril de 2020.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. **Sociedade, Educação e Ensino de Física no Brasil: do Brasil Colônia a Era Vargas**. Trabalho apresentado no XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007.

GOUW, Ana Maria Santos. **As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: uma avaliação em âmbito nacional**. 2013. 242 f. Tese de doutorado submetida à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo.

JUNIOR, João Baptista de Almeida. **A Evolução do Ensino de Física no Brasil**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 1 nº. 2. 1979, p. 45 – 58.

\_\_\_\_\_. **A Evolução do Ensino de Física no Brasil – 2ª parte**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 2 nº. 1. 1980, p. 55 – 73.

## CAPÍTULO 7

# TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Por muito tempo, o lápis, o papel, o giz e o quadro, ou lousa, foram os principais instrumentos de ensino. Quando a televisão apareceu, muitos pensaram que ela iria entrar nas escolas e alterar suas práticas. Nada disso aconteceu, muito pelo contrário; a TV, juntamente com o vídeo, acabou se tornando um recurso pedagógico bastante utilizado na maioria das escolas. Assim, em lugar de modificá-la, acabou sendo incorporada. O mesmo tipo de especulação aconteceu em relação aos computadores e, novamente, houve um temor quanto à transformação da rotina escolar.

Uma anedota, longe de ser engraçada, permite ilustrar o que foi dito anteriormente. A cena se passa em uma sala de aula imaginária e a professora, segurando um computador em cada mão, pergunta: “Bem, eu tenho um computador nessa mão e outro nessa mão aqui. Quantos computadores tenho ao todo?” Essa pequena história ilustra, caricaturalmente, o quanto os computadores podem ser inúteis se não forem usados adequadamente.

Essa anedota aponta para um problema fundamental: diante do contexto atual, marcado pela presença das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), as formas de educação precisam ser repensadas. A base da sociedade moderna é o conhecimento e a escola já não monopoliza as informações. Essas informações, antes limitadas ao ambiente escolar, hoje encontram-se espalhadas pelo meio social e disponíveis numa variedade de veículos de comunicação existentes. Assim, a escola ao se inserir em uma era de grande disponibilidade tecnológica, deve perceber a necessidade da utilização de tais recursos para facilitar o processo de ensino – aprendizagem.

Diante desse contexto, fica clara a necessidade de se compreender efetivamente o que são essas tecnologias e qual sua importância no processo educativo, a fim de possibilitar a aprendizagem significativa.

### TICS *VERSUS* TDICS

O termo tecnologia vem do grego “tekhne” e significa “técnica, arte, ofício”, e “logia” significa “estudo”, podendo ser definido como um conjunto de técnicas, métodos e instrumentos utilizados nas mais diversas atividades humanas.



Kenski (2006), afirma que as tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana. A autora mostra que, ao contrário do que a maioria das pessoas pensam, a tecnologia surgiu nos tempos mais remotos. Quando havia a necessidade de comunicação, o homem criou a linguagem, que é a mais antiga tecnologia utilizada até os dias de hoje. Dessa forma, Kenski (2006), conceitua “tecnologia” como a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso e suas aplicações.

De acordo com Linard (1996, *apud* BELLONI, 2006, p. 53), tecnologia é um “conjunto de discursos, práticas, valores e efeitos sociais ligados a uma técnica particular num campo particular”. Dessa forma pode-se afirmar que a carta, o jornal impresso, o giz, o quadro e o livro são tecnologias, porém, antigas. Com o passar do tempo, surgiram novos meios de comunicação, como o telefone, a televisão e o rádio, chamados Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). À medida que as tecnologias evoluem, invadem a vida cotidiana, garantindo novas possibilidades de bem-estar e alterando comportamentos.

Martinez descreve a tecnologia como a capacidade de projetar, produzir e/ou utilizar técnicas, equipamentos e objetos. Para o autor, a tecnologia deve ser capaz de:

[...] criar, transformar e modificar materiais, recursos, insumos ou a natureza como um todo, o entorno social e o próprio homem, em virtude do engendramento de novas ações, aportes, suportes, especialmente se resultarem em modificações de todos os envolvidos (base técnica e relações humanas) pelos novos usos e utilidades. (MARTINEZ, 2006, p. 02)

Martinez, por meio da citação anterior, acaba por definir tecnologia como um conhecimento que envolve mudanças tanto materiais quanto no homem e em suas relações com o mundo, uma vez que a utilização do homem por determinada tecnologia é o que possibilita mudanças que geram impacto em todos os envolvidos.

De acordo com Castells (1999), a disponibilidade de novas tecnologias foi imprescindível para o processo de desenvolvimento econômico e social, condicionando, em grande parte, seus usos e trajetórias futuras; culminando no surgimento da sociedade em rede, que só pode ser compreendida a partir da interação entre duas tendências relativamente autônomas: o aumento crescente no desenvolvimento de novas tecnologias e a tentativa da sociedade de aparelhar-se com o seu uso.

Assim sendo, pode-se dizer que as tecnologias se alteram cada vez mais rápido e conseqüentemente, produz muitas inovações. A evolução das tecnologias também provocou mudanças nas diversas áreas do conhecimento humano. Elas foram responsáveis por alterações nos costumes, no lazer, nas relações entre os indivíduos e nas formas como eles se comunicam, formando novos hábitos sociais e novas formas de interação.

A tecnologia hoje está bastante relacionada às relações interpessoais. A internet, ao disponibilizar tantas informações, redimensiona o mundo, fazendo com que a mente se acostume com a grande e diversificada quantidade de informação disponível no mundo virtual, as chamadas TICs.

Entende-se por TICs todos os meios técnicos usados para informar e auxiliar na comunicação, ou seja, a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos das pessoas. Segundo Baranauskas e Valente (2013), o termo TIC se refere às

tecnologias consideradas mais antigas, como a televisão, o jornal e o telefone. Porém, o termo TDIC é mais utilizado para se referir aos dispositivos eletrônicos e tecnológicos, incluindo-se computador, internet, tablet e smartphone. Dessa forma, pode-se dizer que as TICs são os dispositivos que podem informar e comunicar, enquanto as TDICs englobam todos os dispositivos que permitem a navegação na internet.

Kenski (2006), relata que o avanço tecnológico das últimas décadas garantiu novas formas de uso das TICs para produção e propagação de informações que, baseada em códigos binários, torna possível informar, comunicar, interagir e aprender. A autora salienta que, tanto as TICs quanto as TDICs, surgidas com o uso intensivo da internet, acabam por mudar as relações políticas, econômicas, financeiras, culturais e educacionais em todo o mundo, alterando também as formas de pensar, sentir e agir da sociedade, bem como as formas de pensar e fazer educação.

Diante da perspectiva abrangente dessa ferramenta, é importante ter uma visão objetiva acerca do uso das TDICs na educação.

## USO DAS TDICs NO ENSINO

As TDICs interferem e mediam nossos processos informacionais e comunicativos, mas se a atividade educativa, com o uso dessa ferramenta, não tiver significado para o aluno, não acontecerá a aprendizagem. Será um processo de busca ou observação de informações sem objetivo e cujo tempo será perdido. Se a TDIC, em conjunto com o conteúdo, não for trabalhada pelo professor o processo ensino – aprendizagem não ocorrerá. O papel do professor é fundamental e será explanado adiante.

Sob o olhar cognitivista, o foco está nas “variáveis intervenientes entre estímulos e respostas, nas cognições, nos processos mentais superiores (percepção, resolução de problemas, tomadas de decisões, processamento de informação, compreensão)” (Moreira, 2011, p.15). Nesse sentido, entendemos que a TDIC pode ser uma aliada, potencializando todos esses processos mentais superiores. E se a atividade envolvendo a TDIC for cooperativa entre grupos de alunos, os processos podem ser intensificados. Como exemplo, citamos: Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e Instrução pelos Colegas (IpC) ou Peer Instruction associada ao Ensino sob Medida (EsM), brevemente, explanadas posteriormente.

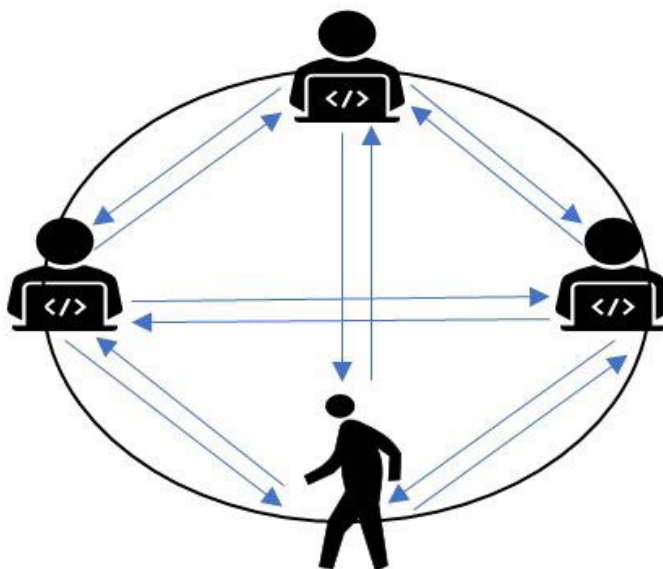
Entendemos que as TDICs contribuem com os professores para superarem os limites e insuficiências do livro didático. Embora o livro didático seja amplamente usado nas salas de aula e tenha uma importância indiscutível, ele não garante aprendizado. O professor precisa atuar como participante do processo e as TDICs são aliadas.

Tendo em vista a ampla usabilidade das tecnologias digitais de informação e comunicação, é importante observar o uso aplicado ao Ensino. Valente (2014, p.144) destaca quatro cenários nos quais é possível utilizar as TDICs na educação: “na Educação a distância, no uso de software do tipo simulação, na construção de narrativas digitais, e na implantação da abordagem híbrida de ensino e de aprendizagem, conhecida como a sala de aula invertida.”

Neste trabalho temos como objetivo apresentar as TDICs no uso de software do tipo simulação interativa e não interativa. Valente (2014) destaca que, nesse caso, um ciclo será gerado para a realização da atividade, independente da metodologia associada ao uso da TDIC.

O aluno reflete nas observações realizadas e confronta com o resultado obtido. Caso não seja o resultado esperado, o aluno precisa retornar o processo e refinar suas ideias. É importante destacar que as ações do aluno podem e devem ser frutos de diálogo e troca de ideias com o professor e os colegas. A figura 3 ilustra o ciclo destacado por Valente.

**Figura 3 – Representação ilustrativa do ciclo de diálogos para a realização da atividade com TDIC**



. Fonte: autoria própria.

Ainda segundo Valente, a realização de tarefas com o uso de TDICs apresenta características importantes para o processo ensino – aprendizagem:

Primeiro, a descrição de ideias pode ser entendida como a representação dos conhecimentos que o aprendiz possui. Nessa representação é possível identificar, do ponto de vista cognitivo, os conceitos e as estratégias que o aprendiz utiliza para resolver um problema ou projeto. Segundo, as TDICs executam as instruções fornecidas, o que não acontece com os objetos tradicionais da nossa cultura. Tal execução permite verificar se os conceitos e estratégias utilizadas são adequados ou merecem ser depurados. Terceiro, pelo fato de estar trabalhando com o digital, as alterações a serem realizadas nas atividades são facilmente implementadas, o que facilita a realização do ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração-nova descrição. (VALENTE 2014, p.146)

O meio educacional é instigado a ousar e a alcançar os intentos de promover um ensino de boa qualidade com o auxílio das ferramentas tecnológicas. O papel do professor é indiscutivelmente importante no processo. Assim vamos elucidar esse papel frente a desafios e limites tecnológicos.

## SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI

A SEI busca o ensino de Física articulado com o desenvolvimento da argumentação científica e com o uso de linguagem matemática. Carvalho e Sasseron (2015), destacam que para “Falar Ciências” é necessário utilizar de raciocínio científico e argumentação. A argumentação proposta é o padrão lógico matemático: SE → ENTÃO → PORTANTO. As autoras destacam “o ensino problematizante como uma das condições para haver argumentação entre os estudantes” (CARVALHO & SASSERON, 2015p. 253).

A proposta dessa metodologia considera que as atividades devem ser organizadas em 5 etapas:

Etapa 1: Apresentação do material e problematização.

Etapa 2: Experimentação e busca do “como” e do “porquê”. É nessa etapa que o raciocínio lógico matemático será desenvolvido.

Etapa 3: Sistematização coletiva. Em grupo os alunos são estimulados a discutir os eventos ocorridos na Etapa 2.

Etapa 4: Sistematização conceitual.

Etapa 5: Avaliação. Nessa etapa o aluno exporá seu entendimento sobre a atividade e conceitos físicos, de acordo com o instrumento escolhido pelo professor.

Em todas as etapas do trabalho em sala de aula, é importante que o professor sistematize as discussões e gerencie a sala para facilitar o processo de argumentação lógica. O objetivo geral é o Ensino de Física com o uso da argumentação científica utilizando, no processo, o raciocínio lógico matemático. Por isso, o papel do professor é fundamental. É necessário que ele aja como orientador e realize intervenções, que ajudem os alunos a justificar as próprias hipóteses, especialmente analisando os pontos em desacordo com o conteúdo estudado. Para esse fim o professor deve ter domínio do conteúdo e ser preciso em suas instruções. (CARVALHO, 2013)

## INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IPC) OU PEER INSTRUCTION

A Instrução por Colegas é uma metodologia desenvolvida pelo Físico Eric Mazur, professor da Universidade de Harvard, e pode ser utilizada para promover uma aprendizagem focada no questionamento (ARAUJO & MAZUR, 2013), pois prevê maior tempo para que os alunos analisem um problema proposto. O objetivo principal do método é a aprendizagem conceitual.

Segundo Araujo e Mazur (2013), o IpC é caracterizado como método de ensino no qual os alunos precisam de um estudo prévio do tema. Segundo os autores, após esse estudo prévio, a dinâmica da metodologia seguirá a seguinte sequência: uma breve exposição oral, na qual o professor apresenta aos alunos uma questão conceitual de múltipla escolha, com o objetivo de promover e avaliar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos mais importantes. Cada aluno terá de pensar sobre a alternativa que considera correta e em uma justificativa. Na sequência, é aberta uma votação, e o professor deve contabilizar as respostas dos alunos. “Nor-

malmente a votação é feita por meio de algum sistema de resposta como flashcards (cartões de resposta) ou clickers” (ARAUJO & MAZUR, 2013, p.367). Essas etapas, segundo os autores, demoram cerca de 20 minutos.

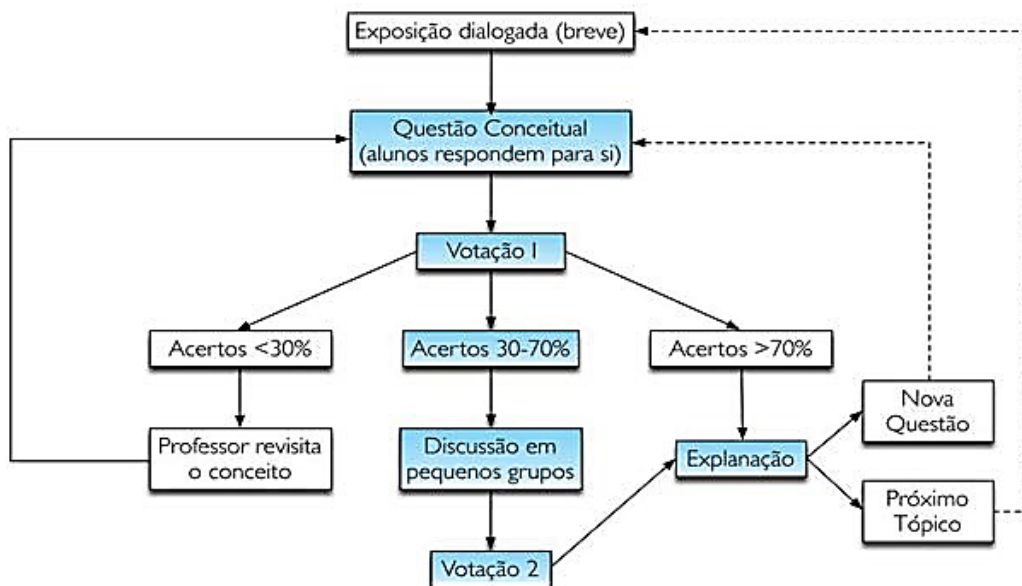
Com base nas respostas e sem a indicação da alternativa correta, o professor deve decidir entre três situações, que podem ser observadas, na figura 4, e a seguir:

Situação 1 – Aconselhada caso mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta. O professor explica a questão, reinicia o processo de exposição dialogada e apresenta uma nova questão conceitual sobre um novo tópico.

Situação 2 – Aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70%. Nesse caso o método prevê que o professor agrupe os alunos em grupos de até 5 componentes, preferencialmente, que tenham escolhido respostas diferentes, e peça que convençam uns aos outros usando as justificativas pensadas durante a etapa de resposta individual. Depois de alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, o professor pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico, ou passar diretamente para a exposição do próximo tópico, reiniciando o processo.

Situação 3 – Opção indicada caso menos de 30% das respostas estiverem corretas. O professor deve revisar o conceito e apresentar outra questão conceitual, reiniciando o processo. A metodologia termina quando todas as questões conceituais planejadas forem utilizadas e discutidas durante o processo.

Figura 4 – Dinâmica do IpC.



Fonte: ARAUJO & MAZUR, 2013, p. 370.

O grande potencial do IpC está associado à dinâmica de interlocução entre os alunos, com a mediação do professor.

Aqueles alunos que já conseguiram construir adequadamente seus conhecimentos, ou estão próximos disso, passam a auxiliar o professor negociando os

significados desejados, tendo a vantagem de naturalmente se expressarem de forma mais próxima ao usual no diálogo entre seus colegas. Dessa forma, uma dinâmica de interlocução entre os alunos, que podem se revezar no papel de “parceiro mais capaz”, encontra uma forma de viabilização efetiva em sala de aula. (ARAUJO & MAZUR, 2013, p. 373)

Nessa metodologia o professor atua como orientador, proporcionando aos alunos as condições necessárias para o estudo significativo, conduzindo o aluno a alcançar a compreensão da matéria de forma dinâmica e interativa. Entretanto requer que o professor organize os materiais e as questões de forma a alcançar o objetivo.

Um método que têm se mostrado eficaz para auxiliar o professor no IpC é o **Ensino sob Medida (EsM)**, que prevê o desenvolvimento de aulas a partir das dificuldades dos alunos, por isso o nome “sob medida”. O professor mapeia as dificuldades dos alunos e, considerando o conhecimento prévio deles, elabora aulas específicas. De acordo com os elaboradores, Gregor Novak e colaboradores, “esse método tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas, por parte dos alunos.” (NOVAK et al., 1999 apud ARAUJO & MAZUR, 2013)

## O PROFESSOR E AS TDICS

Na sociedade da informação, todos estão em permanente aprendizagem, sempre tentando compreender, comunicar, ensinar e interagir. O rádio e a televisão, durante muito tempo, funcionaram como veículos tecnológicos de conhecimento, informação e comunicação. Entretanto as tecnologias mudaram e são, hoje, um recurso indispensável no processo educativo. Silva afirma que

É preciso considerar que as tecnologias - sejam elas novas (como o computador e a Internet) ou velhas (como o giz e a lousa) condicionam os princípios, a organização e as práticas educativas e impõem profundas mudanças na maneira de organizar os conteúdos a serem ensinados, as formas como serão trabalhadas e acessadas as fontes de informação, e os modos, individuais e coletivos, como irão ocorrer as aprendizagens (SILVA, 2010, p.76).

Percebe-se que a concepção das TDICs na escola amplia a visão de educação, uma vez que o aluno também aprende fora do ambiente escolar e do olhar do professor. As informações agora estão disponíveis mais facilmente e o professor não se encontra mais como detentor único do conhecimento. É cada vez mais comum os professores se depararem com alunos que convivem diariamente com as tecnologias digitais, são os chamados “nativos digitais”. Já aqueles que somente acompanharam a evolução das tecnologias digitais, são os chamados de “imigrantes digitais”, uma vez que precisam se adaptar à nova realidade (PRENSKY, 2001). Os professores fazem parte desse segundo grupo e precisam, sem demora, se adaptar às tecnologias mudando sua forma de pensar e agir dentro da nova perspectiva.

Baseado nos argumentos supracitados, podemos afirmar que o professor necessita entender as TDICs com vistas ao desenvolvimento de aulas, atividades e projetos que incentivem o espírito crítico e, reforçando nos alunos, o prazer em aprender. É preciso uma educação centrada na pessoa, que compreenda a importância do pensar crítico e criativo, que seja capaz de integrar as colaborações das inteligências humanas e da inteligência da máquina. No entanto, Moraes (2006), afirma que somente o próprio indivíduo é capaz de transcender e criar. Segundo Kenski:

As novas tecnologias de informação e comunicação, caracterizadas como midiáticas, são, portanto, mais do que simples suportes. Elas interferem em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos. Criam uma nova cultura e um novo modelo de sociedade (KENSKI, 2006, p. 23)

Portanto a função da escola não é somente transmitir o conhecimento de maneira arbitrária, mas problematizar, discutir, fazer surgir nos alunos uma atitude reflexiva e crítica, possibilitando, assim, uma aprendizagem significativa.

É primordial, nessa totalidade, a formação dos professores para o desenvolvimento de práticas educativas em que as TDICs se tornem recursos instituintes das novas formas de ensinar e aprender, sempre com a perspectiva de tornar o aluno o sujeito de sua própria aprendizagem.

Por isso, é importante que o professor não só conheça as ferramentas tecnológicas que poderão contribuir no desenvolvimento de suas aulas, mas que também se sinta familiarizado com elas. Outro fator importante é utilizar de metodologia articulada com a tecnologia, para que o uso dessa tecnologia não seja em vão, e para que os alunos sejam de fato conduzidos a alcançar o objetivo, que é a aprendizagem (PALLOFF; PRATT, 2002).

Nesse sentido, os cursos de formação continuada e capacitação de professores devem possibilitar o conforto e a segurança no uso das TDICs em sala de aula. Na visão de Gianolla (2006, p. 55), “os sentimentos relacionados com o computador acontecem sob alguns aspectos principais: recusa, medo e sedução”. E, para que isso aconteça, é necessária uma reestruturação no processo de formação dos professores, pois, apesar de saberem que mudanças são necessárias, alguns ainda resistem. Libâneo confirma isso ao dizer que

É sabido que os professores e especialistas de educação ligados ao setor escolar tendem a resistir à inovação tecnológica, e expressam dificuldades em assumir, teórica e praticamente, disposição favorável a uma formação tecnológica. Há razões culturais, políticas, sociais para essa resistência, que geram atitudes difusas e ambivalentes. (LIBÂNEO, 1998, p.67)

Embora essa constatação de Libâneo seja da década de 90, essa realidade ainda persiste, infelizmente. Assim, é importante dizer que se faz necessário intensificar a capacitação dos professores no que se refere ao uso das TDICs, uma vez que é comum o professor prevalecer-se de uma prática tradicional, em um momento, e em outro, utilizar-se dos recursos tecnológicos como uma ferramenta de apoio. Essas atitudes revelam a precariedade da integração das mídias na prática pedagógica. Lévy adverte que

Não se trata aqui apenas de usar a qualquer preço as tecnologias, mas acompanhar conscientemente e deliberadamente uma mudança de civilização que recoloca profundamente em causa as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educativos tradicionais e notadamente os papéis de professor e aluno (LÉVY, 1999, p. 172)

O professor deve relacionar os conteúdos com a realidade na qual o aluno está inserido, lembrando que os processos de construção do conhecimento seguem modelos menos tradicionais atualmente. Até mesmo a formação acadêmica do professor já acontece em ambientes virtuais de aprendizagem, então por que não usar destes recursos para suas atividades escolares? Nesse sentido, Moran afirma que

Se o aluno fizer pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais, profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem será mais significativa, viva, enriquecedora. [...] e os professores precisam organizar atividades integradoras da prática com a teoria, do compreender com o vivenciar, do fazer e do refletir, de forma sistemática, presencial e virtualmente em todas as áreas [...] (MORAN, 2007, p. 100)

A relação que os alunos fazem com o conhecimento, dentro e fora do ambiente escolar, dará sentido ao seu processo de aprendizagem, uma vez que um complementa o outro, revelando que a aprendizagem não acontece dissociado do contexto vivencial do aluno.

Diante do exposto, podemos argumentar que não há aprendizagem significativa se não houver organização e seriedade na implantação das TDICs. É vital que o professor entenda a forma como o aluno de hoje aprende e se prepare para utilizar de estratégias e recursos tecnológicos que tornem a aprendizagem prazerosa e significativa. Um desses recursos, o uso de simuladores no ensino de Física, é o tema do próximo capítulo.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S. & MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013. eISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BARANAUSKAS, M. C. C., & VALENTE, J. A. Editorial. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**. 1(1), 1-5. 2013

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura**. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. e SASSERON, L. H. **Ensino de Física por Investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas**. Ensino em Re-Vista, v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2006.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública**. São Paulo: Loyola, 1998.

LINARD, M. **A autonomia do aprendente e as TIC**. Tradução de Maria Luiza Belloni, 2000. Disponível em: [http://www.comunic.ufsc.br/artigos/art\\_autonomia.pdf](http://www.comunic.ufsc.br/artigos/art_autonomia.pdf). Acesso em 03 de março de 2020.



MARTINEZ, Vinício Carrilho. **Conceito de tecnologia**. 2006.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. 12. ed. São Paulo: Papirus. 2006.

MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. São Paulo: Papirus, 2007.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. [S.l.] Prentice Hall, 1999, apud ARAUJO, I. S. & MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013. eISSN 2175-7941.

NCB University Press, v.9, n.5, Oct., 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/>. Acesso em 16 de fevereiro de 2020.

PALLOFF, R. M.; PRATT, K. **Construindo Comunidades de Aprendizagem no Ciberespaço**; trad. Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Orizon**. Estados Unidos.

SILVA, S. C.; CAMPOS, M.F.H. **A melhoria da qualidade da educação na escola pública: desafios ao uso das TIC**. Revista Estudos IAT, Salvador, pp. 138 - 154, 13 dez. 2010.

VALENTE, José Armando. **A comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. Revista UNESCO – Humanas e Sociais. Vol. 1, n 1, pp. 141 – 165. 2014.

## CAPÍTULO 8

# O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Muito se discute na literatura (Moreira, Ausubel, Freire, Moran) sobre como se ensinar os conteúdos de Física de maneira clara, objetiva e que promova o aprendizado significativo dos alunos da educação básica. É sabido que os professores dessa área do conhecimento relatam as dificuldades encontradas na construção do conhecimento dos conceitos físicos, assim como os alunos afirmam que a disciplina de Física é de difícil compreensão. De acordo com Almeida (2002), para a maioria dos alunos, a Física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas a serem memorizadas; de situações que estão totalmente alheias ao seu cotidiano, uma vez que não conseguem fazer uma conexão entre os conceitos físicos e o mundo ao seu redor. A falta de entendimento de como acontece os fenômenos físicos acaba por acarretar o desinteresse e a desmotivação. Essas dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio quanto aos conceitos de Física vêm sendo discutidas amplamente nas últimas décadas (Santos, 2011, Almeida, 2002, Coelho, 2002).

Moreira (2011), salienta que entre as causas desse reconhecido fracasso no aprendizado de Física está a inadequação das condições materiais e de infraestrutura, o desinteresse e a falta de envolvimento dos alunos, a aparente incapacidade dos professores em utilizar os recursos tecnológicos que promovem uma melhor participação em sala de aula e a falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico.

O professor tem a função social de promover a aprendizagem do seu aluno e, para efetivar esse ato educativo, é preciso criar possibilidades de acesso físico a esse conhecimento. De tal modo, a inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ambiente escolar apresenta-se como uma alternativa viável que proporciona ao aluno um espaço mais envolvente. Nesse cenário é possível que o aluno desenvolva suas habilidades cognitivas e aprenda, de uma maneira mais atraente e significativa, os conteúdos que são requeridos pela instituição educacional. Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que os professores estejam seguros quanto ao uso dessas mobilidades tecnológicas com objetivos claros de aprendizagem; caso contrário, serão utilizados com finalidades diversas, menos a aprendizagem dos conteúdos escolares.

Segundo Almeida (2002), para formar educadores que integrem as TDICs em suas práticas pedagógicas, é preciso proporcionar condições que desenvolvam reflexão crítica sobre como e porque utilizar tais recursos no ensino. Essa dinâmica de reflexão da ação possibilitará ao educador construir um estilo próprio de atuar com as TDICs.

Coelho (2002), concorda com Almeida (2002), ao afirmar que o professor pode acompanhar tais mudanças ao adequar a metodologia aplicada em sala de aula de acordo com a realidade do aluno. O objetivo é que as experiências possam ser trocadas em um processo significativo de construção e de reconstrução do conhecimento. A esse respeito, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) trazem uma explanação digna de destaque, embora não seja o documento vigente atualmente. Dizem que

A escola não pode ficar alheia ao universo informatizado se quiser, de fato, integrar o estudante ao mundo que o circunda, permitindo que ele seja um indivíduo autônomo, dotado de competências flexíveis e apto a enfrentar as rápidas mudanças que a tecnologia vem impondo à contemporaneidade (BRASIL, 2002, p. 229-230).

Essa afirmativa reforça a importância da interação entre professor, aluno e TDICs, numa busca de alternativas que ajudem a diminuir as dificuldades encontradas no ensino dos conceitos físicos. Essa busca perpassa por meio da promoção de atividades adequadas na sala de aula e associadas a práticas discursivas, removendo as “barreiras para a aprendizagem e para a participação” (CARVALHO; IVANOFF 2010, p.81). Isso acontece porque o uso das TDICs aplicadas ao ensino de Física proporciona uma melhoria no processo de aprendizagem dos conceitos físicos.

Nesta perspectiva, conjecturamos que a relação entre o conteúdo sistematizado da disciplina de Física vista em sala de aula com as novas tecnologias da informação e comunicação, poderia permitir um maior interesse por parte dos alunos, possibilitando uma aprendizagem significativa e motivadora, com o processo de construção do conhecimento sistematizado a partir de seus conhecimentos prévios. (NOBRE; DANTAS; ANDRADE JUNIOR, 2010, p. 22)

Numa perspectiva semelhante, Melo (2010, p. 3) argumenta que “[...] estudos recentes mostram que a utilização de novas tecnologias no ensino, em geral, e em específico no ensino da Física, tem contribuído de forma significativa para a compreensão por parte dos alunos dos conteúdos físicos [...]”.

A partir dessas observações podemos perceber que a utilização das TDICs no ensino de Física é uma solução moderna e eficaz. A utilização de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir em simulações baseadas em experimentos da Física real, pode ser considerada como uma solução para suprir a demanda que se apresenta, de “integrar o estudante ao mundo que o circunda” (BRASIL, 2002)

Vale ressaltar que as atividades pedagógicas aqui discutidas tratam dos experimentos virtuais realizados nos simuladores computacionais, que

Refletem sobre as facilidades provenientes do uso de computadores, (que estes) podem permitir aos estudantes repetir diversas vezes os experimentos e, assim, questionar os limites de validade dos modelos físicos utilizados e dos fatores e parâmetros envolvidos nos fenômenos abordados, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, aproximando ainda os estudantes de uma ferramenta cada vez mais presente em seu cotidiano (ARAÚJO & ABIB, 2003 p.186).

Sobre esta temática Guerra (2000, p. 26), compreende que os recursos disponibilizados pelo computador permitem transformar os alunos em descobridores e construtores de seu próprio conhecimento, contribuindo para incitar no aluno o pensamento crítico e o prazer pela descoberta científica.

Coelho (2002), afirma que

[...] os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro e giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas” (p.39).

Isso é possível porque o frenético desenvolvimento dos sistemas de informação possibilita o desenvolvimento e a utilização de simulações com modelos cada vez mais realistas e complexos. Com simulações complexas é possível realizar o estudo de fenômenos que geralmente são analisados somente teoricamente, com várias restrições e apartados da realidade.

Santos (2011), afirma que, em meio aos vários tipos de recursos tecnológicos voltados para as atividades educativas que se encontram no mercado, podem-se destacar os **softwares tutoriais** (são versões computadorizadas das aulas tradicionais), os **softwares de jogos educacionais** (são ferramentas que trabalham a motivação dos aluno na construção do saber) e os **softwares de simulação** (que permitem interatividade e a possibilidade de simular situações experimentais e de visualizar fenômenos físicos que muitas vezes são impossíveis de compreender mesmo em um laboratório experimental). Dos softwares citados, consideramos que os de simulação são mais vantajosos para o ensino de Física, pois englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual. Classificamos em categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade.

Convém lembrar que a interatividade está vinculada à possibilidade de acessar conteúdos por meio de cliques em botões, ou seja, serve para qualificar qualquer sistema cujo funcionamento permite ao seu usuário algum nível de participação. Dessa forma, pode-se dizer que a interatividade implica que o usuário opere o simulador, ou seja, determine (individualmente ou em grupo) e altere os valores dos parâmetros existentes no modelo apresentado; exiba os recursos disponíveis; finalize; ou recomeça a simulação de acordo com sua necessidade.

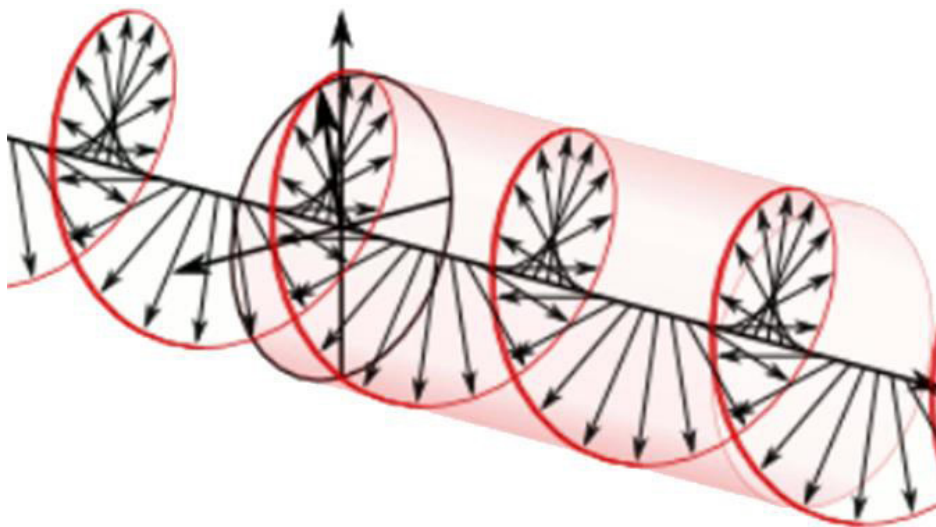
## SIMULAÇÕES NÃO INTERATIVAS E INTERATIVAS

Simulações computacionais vão além de simples animações. De acordo com Coelho (2002), no caso da animação não há nenhuma interação, mas apenas uma apresentação animada de um conteúdo específico, enquanto na simulação a interação é necessária porque está ligada à tomada de decisões, permitindo ao usuário se questionar, propor hipóteses e elaborar conclusões. As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de sistemas e/ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for praticamente impossível de ser reproduzida. Elas possibilitam observar, em minutos, a evolução temporal de um fenômeno que demoraria muito para ser analisado em tempo real, além de permitir ao aluno repetir essa observação sempre que quiser. Dessa maneira, é importante definir o grau de interatividade da simulação a ser desenvolvida em sala de aula com vista a estabelecer quais os objetivos a serem alcançados com tal simulação.

As simulações podem ser interativas ou não interativas. Nas simulações não interativas, o usuário não pode alterar nenhum parâmetro da simulação. “Os simuladores não interativos servem para mostrar e ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno.” (HECKLER, 2004, p. 24). Por vezes, simuladores com poucos recursos interativos abordam muito bem um dado fenômeno, de forma satisfatoriamente clara e objetiva.

A Fig. 5 mostra uma **simulação não interativa**, que representa o vetor campo elétrico de uma onda eletromagnética circularmente polarizada e que tem polarização de mão direita. O campo magnético é perpendicular ao campo elétrico (não apresentado) e, por isso, também é circularmente oscilatório e adiantado de  $90^\circ$  graus em relação ao campo elétrico. O vetor campo elétrico é variável circularmente ao entorno da origem do eixo x-y. A propagação do vetor de Poynting ocorre no eixo z. Nessa simulação é possível visualizar o campo elétrico, mas não é possível alterar a frequência angular de oscilação e amplitude.

**Figura 5 – Exemplo de uma simulação não interativa: onda eletromagnética não polarizada.**

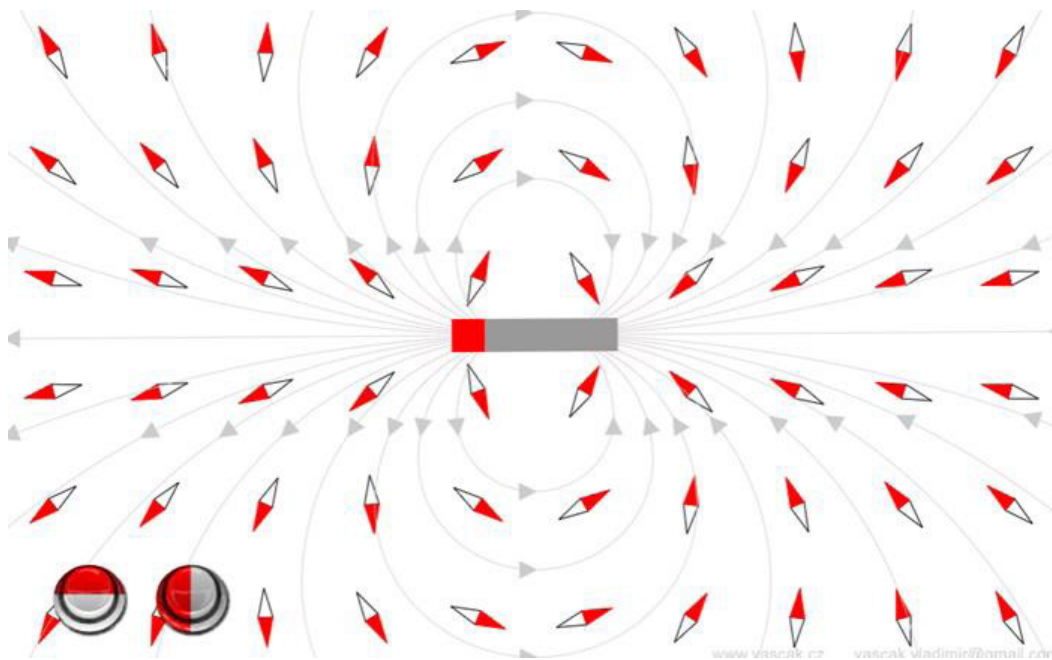


Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular.Polarization.Circularly.Polarized.Light\\_Right\\_Handed.Animation.305x190.255Colors.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular.Polarization.Circularly.Polarized.Light_Right_Handed.Animation.305x190.255Colors.gif)

Coelho (2002), diz que nas **simulações interativas**, o usuário pode alterar vários parâmetros da simulação de maneira a verificar as implicações das alterações feitas nos conceitos físicos representados. No entanto, convém ressaltar que em algumas simulações o grau de interação é muito pequeno, mas a possibilidade de aprendizagem significativa é muito grande.

Na Fig. 6 temos um exemplo desse tipo de simulação, porém, dizemos que essa é pouco interativa. Nela é possível perceber o ímã, as linhas de campo e as representações da bússola em função da direção dos polos magnéticos. O ímã da simulação está em uma superfície virtual mostrando a direção das linhas do campo magnético gerado e a interação com a bússola, que pode ser aproximada ou afastada do ímã. Embora, para o usuário, a interação dessa simulação seja relativamente pequena, sua capacidade de simular qualitativamente o fenômeno é muito alta, possibilitando a aprendizagem do conceito físico.

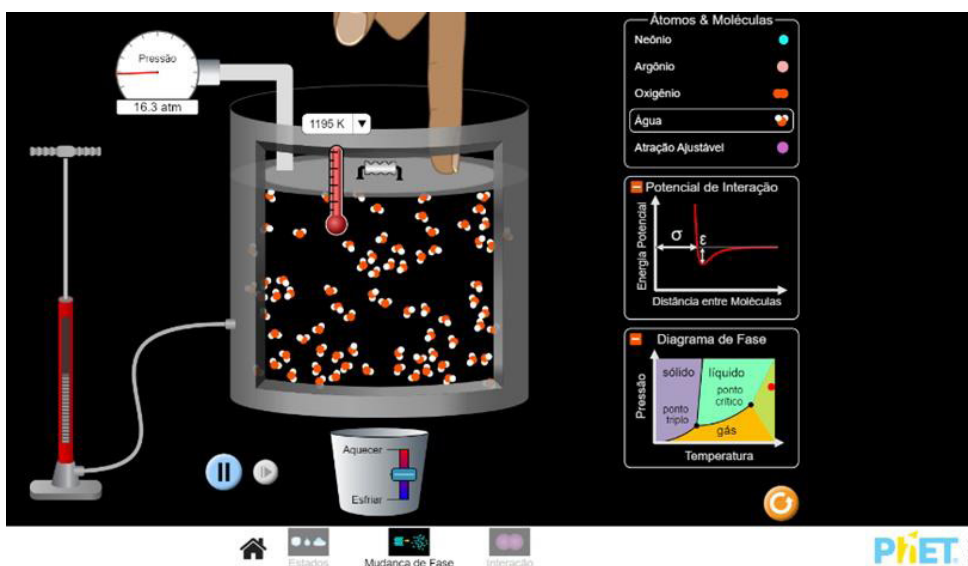
Figura 6 – Exemplo de uma simulação pouco interativa. Fonte:



[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag\\_magnet&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_magnet&l=pt)

Na Fig. 7 temos uma simulação bastante interativa, na qual o usuário pode alterar vários parâmetros. Nela podemos ver os diferentes tipos de moléculas formando um sólido, líquido ou gás. O usuário pode adicionar ou remover calor, observar a mudança de fase, alterar a temperatura ou o volume de um recipiente e ver um diagrama pressão-temperatura atualizado em tempo real. Essas simulações permitem que os alunos explorem os fenômenos discutidos e possam, partindo dessa interação, sistematizar leis, conceitos e relações, com o objetivo principal de organizar o conhecimento na busca da aprendizagem significativa.

Figura 7 – Exemplo de uma simulação muito interativa: as moléculas e a formação de sólidos, líquidos e gases.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter).

Portanto, as simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao explicar aos alunos fenômenos demasiadamente abstratos para serem visualizados apenas com o uso da imaginação. Medeiros e Medeiros (2002), salientam que os experimentos perigosos, de realizações dispendiosas, que envolvam fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos são prioritários no uso das simulações no ensino da Física.

Muitas são as instituições nacionais envolvidas na produção de simuladores computacionais para o ensino de Física. Uma pesquisa no website de busca conhecido com o termo “*simulador de fisica*” forneceu aproximadamente 4.510.000 resultados. Apesar de toda a produção já existente, muitos simuladores já se encontravam em desuso, com plataformas antigas e desatualizadas. Por isso, julgamos necessário identificar alguns simuladores com o intuito de corroborar a aplicabilidade desses recursos tecnológicos instrucionais potencialmente significativos.

Para tanto, foi elaborado uma síntese que apresenta alguns destes simuladores e suas características quanto à gratuidade, plataforma operacional, idioma e aplicabilidade do simulador no ensino da Física. Apenas com a finalidade organizacional, utilizamos como base para a classificação os conteúdos de Física estudados nos três anos do Ensino Médio (EM) na Proposta Curricular do estado do Tocantins. Para isso recorreremos ao Documento Referência para Elaboração dos Planos de Ensino – 2017, do Estado. O Quadro 1 mostra alguns dos diversos simuladores que estão em funcionamento (testados no Windows® 10 e Android® 6.0).

É importante destacar que, embora a caracterização tenha como base o documento de referência curricular do Tocantins, as simulações encontradas nesta síntese também podem ser utilizadas por professores do Ensino Superior.

**Quadro 1: Relação de simuladores encontrados e principais características.**

| Nome do programa                   | Disponibilidade | Idioma    | Plataforma        | 1º ano EM             | 2º ano EM | 3º ano EM |
|------------------------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Converber Gratuito Inglês          |                 |           | Windows           | X                     |           |           |
| Laboratório virtual CDDF           | Gratuito        | Português | Windows           | X                     |           |           |
| Profi                              | Gratuito        | Português | Android           | X                     |           |           |
| Logic Simulator Pro                | Gratuito        | Inglês    | Android           |                       |           | X         |
| Electo Droid                       | Gratuito        | Português | Windows           |                       |           | X         |
| Physics 101 SE                     | Pago            | Inglês    | Windows           | X                     |           |           |
| Phun 5.28 (versão beta do Algodoo) | Gratuito        | Inglês    | Mac/Windows       | Lúdico                |           |           |
| Gravity Simulator                  | Pago            | Inglês    | Windows           | X                     |           |           |
| LogicCircuit                       | Gratuito        | Português | Windows           |                       |           | X         |
| Física Interativa                  | Gratuito        | Português | Android           | X                     | X         | X         |
| Física na Escola                   | Pago            | Português | Android           | X                     | X         | X         |
| Física na Escola                   | Gratuito        | Português | Windows           | X                     | X         | X         |
| Algodoo                            | Gratuito        | Inglês    | Mac/Windows       | Criador de simulações |           |           |
| Modelus                            | Gratuito        | Português | Mac/Windows/Linux | Criador de simulações |           |           |
| Phet Colorado simulador            | Gratuito        | Português | Mac/Windows/Linux | X                     | X         | X         |
| Edumedia                           | Pago            | Inglês    | Mac/Windows/Linux | X                     | X         | X         |

Fonte: Autoria própria.

Convém ressaltar que, mesmo para os simuladores encontrados em vários idiomas, deu-se preferência ao português e inglês, respectivamente.

Os softwares Modellus e Algodoo foram destacados pelo fato de permitir a construção dos simuladores, enquanto os softwares PhET Colorado e Edumedia apresentam projetos de simuladores, ou seja, em cada projeto há várias simulações. O Quadro 2 contém os links das simulações.



**Quadro 2: Relação dos links dos simuladores do quadro 1.**

| Nome do programa                   | Link   |
|------------------------------------|--|
| Converber                          | <a href="http://www.sofisica.com.br/software.php">http://www.sofisica.com.br/software.php</a>  |
| Laboratório Virtual CDDF           | <a href="http://www.sofisica.com.br/software.php">http://www.sofisica.com.br/software.php</a>  |
| Profi                              | <a href="http://www.sofisica.com.br/software.php">http://www.sofisica.com.br/software.php</a>  |
| Logic Simulator Pro                | <a href="https://logic-simulator-pro.br.uptodown.com/android/download">https://logic-simulator-pro.br.uptodown.com/android/download</a>  |
| Electro Droid                      | <a href="https://electrodroid.it">https://electrodroid.it</a>  |
| Physics 101 SE                     | <a href="http://www.praetersoftware.com/new/physics101/">http://www.praetersoftware.com/new/physics101/</a>  |
| Phun 5.28 (versão beta do Algodoo) | <a href="http://www.malavida.com/br/soft/phun/">http://www.malavida.com/br/soft/phun/</a>  |
| Gravity Simulator                  | <a href="http://www.testtubegames.com/gravity_full.html">http://www.testtubegames.com/gravity_full.html</a>  |
| LogicCircuit                       | <a href="http://www.logiccircuit.org/">http://www.logiccircuit.org/</a>  |
| Física Interativa                  | <a href="https://www.fisicainterativa.com/">https://www.fisicainterativa.com/</a> ou <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fisicainterativa.app&amp;hl=pt_BR">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fisicainterativa.app&amp;hl=pt_BR</a> |
| Física na Escola                   | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=air.cz.moravia.zlin.vascak.physicsatschool&amp;hl=pt_BR">https://play.google.com/store/apps/details?id=air.cz.moravia.zlin.vascak.physicsatschool&amp;hl=pt_BR</a>  |
| Física na Escola                   | <a href="https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt">https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt</a>  |
| Algodoo                            | <a href="http://www.algodoo.com/">http://www.algodoo.com/</a>  |
| Modellus                           | <a href="http://modellus.fct.unl.pt/">http://modellus.fct.unl.pt/</a>  |
| Phet Colorado Simulador            | <a href="https://phet.colorado.edu">https://phet.colorado.edu</a>  |
| Edumedia                           | <a href="https://www.edumedia-sciences.com/en/">https://www.edumedia-sciences.com/en/</a>  |

Fonte: Autoria própria.

Dentre os simuladores dispostos nos quadros, destacamos o PhET pela facilidade de utilização e ludicidade, o que promove a curiosidade e o interesse dos alunos.

## O SIMULADOR INTERATIVO PHET

O PhET é um Portal que, inicialmente, fornecia somente simulações na área da Física, o que deu origem ao nome Physics Education Technology (PhET). O projeto PhET Simulações Interativas foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman na Universidade de Colorado Boulder. Devido a popularização do projeto, acabou se expandindo para outras áreas como a Química, Biologia e Matemática. Todos os programas são de código aberto, distribuídos sob a licença pública do Creative Commons que permite que as simulações sejam baixadas e usadas livremente de acordo com as limitações dessa licença. Além de o uso ser facilitado, podemos encontrar as simulações em diferentes idiomas, e os usuários podem contribuir com atividades, experiências ou donativos voluntários.

Oferece gratuitamente as simulações de fenômenos físicos, bem como vários roteiros preparados por diversos professores e pesquisadores do mundo. Engloba todos os níveis de ensino, desde o fundamental até a graduação, além de ideias de experimentos que podem ser realizados.

Especificamente sobre o ensino de Física, as simulações nesse portal possibilitam a realização de atividades que ultrapassam a simples aplicação de fórmulas e cálculo de parâmetros. As atividades, além de serem interessantes e motivarem a curiosidade, permitem o estudo de comportamentos e fenômenos físicos, potencializando a atribuição de significados. O aluno é incentivado a estudar as variáveis e as condições para a ocorrência de fenômenos observados no cotidiano, e a desenvolver a linguagem científica e o raciocínio matemático-científico, uma vez que uma grande parte das simulações possuem representações gráficas, que variam na medida em que o aluno faz a simulação acontecer.

O uso programado pelo professor permite que o ensino não seja apenas memorização de fórmulas, já que neste caso das simulações, as equações aparecem após a experimentação e a compreensão de como as variáveis se articulam e influenciam o fenômeno.

O Portal PhET é um recurso tecnológico importante no que se refere aos softwares de simulações justamente pela facilidade de utilização, gratuidade, e porque todas as simulações existentes são bem planejadas, desenvolvidas e avaliadas. Outro fator determinante é a sua simplicidade e o uso algumas vezes intuitivo, o que faz com que os alunos possam utilizá-lo de várias maneiras, interagindo e construindo conhecimento. Contudo, é importante salientar que uma simulação computacional, mesmo complexa, não configura um experimento de laboratório, já que na maioria das vezes é uma simplificação dos conceitos físicos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.E.B. **Incorporação da tecnologia de informação na escola: vencendo desafios, articulando saberes, tecendo a rede.** In: Maria Cândida Moraes. Educação a Distância: fundamentos e práticas. Campinas: SP, 2002.

ARAÚJO, M. S. T. & ABIB, M. L. Vi. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2003, vol.25, n.2, pp.176-194.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília: 2002.

CARVALHO, F. C. A.; IVANOFF, G. B. **Tecnologias que Educam: ensinar e aprender com as tecnologias da informação e comunicação.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio.** 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas.

GUERRA, João Henrique Lopes. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da Produção.** 2000. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

HECKLER, Valmir. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica.** 2004. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MELO, Ruth Brito de Figueiredo. **A Utilização das TIC'S no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física.** In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: REDES SOCIAIS E APRENDIZAGENS, 3., Recife, 2010. Anais Eletrônicos. [Recife]: UFP, 2010. P. 1-12

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Editora Moraes, 2011.

NOBRE, Francisco Augusto Silva; DANTAS, Cláudio Rejane da Silva; ANDRADE JUNIOR, José Adauto. **O Estudo de Energia: uma experiência de ensino na perspectiva CTS e o uso de mídias.** Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2010.

**PhET.** Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Acesso em 15 de abril de 2020.

SANTOS, Guilherme Leocárdio Lucena dos. **Laboratório virtual: um recurso inovador no auxílio ao ensino de Química.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

É correto afirmarmos que, na maioria das vezes, as aulas de Física são expostas apenas com a utilização dos recursos tradicionais de ensino, causando fadiga e conseqüente desinteresse por parte dos alunos, no que se refere a aprendizagem dos conceitos físicos. Consideramos que a prática docente precisa ser orientada a partir da nova lógica educacional, fundamentada na exploração de novos tipos de procedimentos didáticos e recursos tecnológicos, uma vez que a sociedade e, conseqüentemente o aluno, se informatizou.

É preciso que o professor se posicione como um parceiro de seu aluno, no sentido de encaminhá-lo e orientá-lo diante das tantas possibilidades. Cabe ao professor saber utilizar corretamente esses recursos tecnológicos, buscando na sala de aula um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento, para contribuir com a efetivação do aprendizado. Assim, o aluno terá a possibilidade de perguntar, refletir, debater, pesquisar e se sentir responsável pela sua própria construção do saber, mediado pela interação e diálogo.

Deve-se ter em mente que a aprendizagem acontece a partir dos conceitos, ideias e representações que o aluno se apropriou e se apropriará em suas experiências, seja na escola ou em outro lugar. A apresentação de uma “ciência pronta” não desempenha um bom papel nesse cenário.

Nesse sentido, a tecnologia tem grande poder, uma vez que ela modifica a expressão criativa do sujeito e, também, sua forma de adquirir conhecimento. Sob essa visão, as TDCIs são ferramentas importantes para descaracterizar a Física e as Ciências como um produto pronto e acabado. Podem, a depender da simulação e da metodologia usadas, diminuir o distanciamento entre os fenômenos naturais e a vida.

A incorporação das TDICs nos processos de aprendizagem implica em novas práticas docentes de maneira que se transforme em mais um apoio aos constantes esforços por alcançar a qualidade educativa.

Diversos são os benefícios do uso de TDCIs no ensino de Física, elas possibilitam aos alunos desenvolver diversas competências e habilidades, dentre as quais destacamos:

- analisar e investigar problemas;
- levantar e testar hipóteses com base científica;
- utilizar e, dentro das possibilidades, desenvolver ferramentas digitais (desenvolvimento de softwares e simulações);
- apropriar-se de códigos e símbolos para representação dos fenômenos analisados, como gráficos, tabelas, diagramas, modelos, dentre outros;
- elaborar teorias e modelos para a solução de problemas;

Em suma, consideramos que as TDICs têm potencial para auxiliar o professor e o aluno no desenvolvimento da linguagem científica. Acreditamos que o uso dessas tecnologias associado a metodologias ativas propicia também o amadurecimento intelectual e social dos alunos, con-

tribuindo para o letramento científico, tendo em vista o uso da comunicação proporcionada pelo relato das informações e/ou conclusões obtidos, dos debates acerca do problema, da sistematização científica formal ao fim das atividades com o uso das TDICs.

Vimos que um dos recursos tecnológicos que se mostra de grande ajuda é o simulador computacional, que fazem com que o professor não seja mais o centro do processo de ensino, o detentor do conhecimento, e sim um mediador do processo de aprendizagem.

No decorrer do trabalho, constatamos que um simulador computacional muito útil no sentido de facilidade de manuseio, objetividade clara e criatividade é o PhET. Acreditamos que o uso deste portal pode ajudar de forma significativa a compreensão dos conceitos físicos, além de aumentar a motivação e o interesse dos alunos. O PhET é um recurso que instiga a curiosidade e a vontade de aprender dos alunos, fazendo com que eles deem significado aos conteúdos estudados.

Entretanto, destacamos que o professor não pode ser substituído por nenhuma TICs ou TIDICs. O professor é agente atuante no processo de ensino com a utilização de tais tecnologias.

Convém ressaltar que é muito importante identificar qual simulação usar, como usar e ter conhecimento quanto a qualidade das simulações, para que os objetivos propostos pelo professor sejam alcançados, de modo que os conteúdos sejam realmente explorados e a aprendizagem seja significativa, não apenas mecânica. Certamente o uso de recursos tecnológicos em sala de aula requer preparo e planejamento do professor e a utilização das simulações computacionais deve ser feita como um recurso auxiliar, uma ferramenta adicional no processo de ensino e aprendizagem, sempre aliada aos demais recursos existentes, nunca como metodologia única.

As tecnologias por si só não promovem nem garantem a aprendizagem. Para que ela ocorra é necessário que o professor intervenha com a utilização dos recursos associados com atividades específicas, técnicas e metodologias de ensino. Mas, não são somente esses fatores externos que influenciam o processo de ensino e aprendizagem, visto que a leitura de mundo, os conhecimentos prévios, os tipos de inteligências e fatores intrínsecos aos alunos, importam fortemente, no processo de aprendizagem. Tais fatores podem ser considerados a depender da teoria de ensino e da metodologia escolhidos pelo docente.

As teorias de Ausubel e de Freire se tornam importantes aliadas nesse contexto. Metodologias ativas que promovem estratégias facilitadoras para o aprendizado de diferentes inteligências também são boas parceiras, especialmente, as que aproveitam a experiência dos colegas, requerem a ajuda dos próprios alunos no processo, as que utilizam de tecnologias modernas, que promovem compromisso e motivação, e que incentivam o desenvolvimento cognitivo.

É bastante importante conjugar as simulações com metodologias de ensino que têm base em investigação e experimentação, a fim de potencializar o ensino pretendido.

Entretanto, observamos que o desempenho acadêmico pode ser melhorado, mas há um limite: o desempenho individual. Cada um de nós tem uma habilidade ou limitação intrínseca. Ainda que o professor utilize a melhor simulação juntamente com a melhor metodologia e consiga motivar ao máximo o aluno, a habilidade individual, o tipo de inteligência, são partes integrantes no processo e não há como ser descartado nem quantificado.

Por fim, diante do exposto, ponderamos que o sucesso da escola não pode ser medido apenas com métricas e números, depende da autonomia e da responsabilidade de cada um que esteja envolvido com o processo de construção do saber e com a formação do sujeito enquanto transformador de uma sociedade em constante metamorfose política, social e emocional.

## LISTA DE SIGLAS

|        |  |
|--------|--|
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura |
| TAS    | Teoria da aprendizagem Significativa                           |
| TICs   | Tecnologias de Informação e Comunicação                        |
| TDICs  | Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação               |
| PCN    | Parâmetros Curriculares Nacionais                              |
| PhET   | Physics Education Technology                                   |

# SOBRE OS AUTORES

## **ÉERICA CUPERTINO GOMES**

Tem Licenciatura e Bacharelado em Física, mestrado e doutorado pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ). Atualmente exerce o cargo de professora de magistério superior na Universidade Federal do Tocantins, no curso de Licenciatura em Física e no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF/Polo UFT. Atuou como Docente Orientadora no núcleo de Física da Residência Pedagógica de 2018 a 2019 e desde então como Coordenadora Institucional da Residência Pedagógica da UFT. No presente, atua como membro da Comissão nacional de Pós Graduação – CPG do MNPEF. Além de ter projetos, orientações e publicações na área de ensino de Física.

## **XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO**

É graduada em Normal Superior pela Universidade Vale do Rio Doce e em Licenciatura em Física na Universidade Federal do Tocantins. Participou do programa PROUCA (Tocantins) como Bolsista Formadora. Tem experiência na área de Ensino Fundamental e Anos Iniciais, tendo atuado por vários anos na rede pública de ensino do estado de Minas Gerais.

## **ALEXSANDRO SILVESTRE DA ROCHA**

E graduado em Física pela Universidade Estadual de Londrina, Mestre em Física pela Universidade Estadual de Londrina, Doutor em Física pela Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-doutor em Física pela Universidade Federal de Santa Catarina e pesquisador bolsista DCR (Desenvolvimento Científico Regional) na UFT, atualmente é professor associado do curso de Licenciatura em Física e no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF/Polo UFT.



**EDUFT**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

