



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO

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

**ARAGUAÍNA (TO)
2018**

XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO

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

Monografia apresentada à UFT - Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Araguaína para obtenção do título de Licenciatura em Física, sob orientação da Prof.(a) Dra. Érica Cupertino Gomes.

ARAGUAÍNA (TO)
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

F825u Franco, Xaieny Luiza de Souza Oliveira.

O uso de simuladores para uma aprendizagem significativa no ensino de Física. / Xaieny Luiza de Souza Oliveira Franco. – Araguaína, TO, 2018.

49 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Física, 2018.

Orientadora : Érica Cupertino Gomes

1. Uso de simuladores computacionais. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Ensino de Física. 4. Ensino Médio. I. Título

CDD 530

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

XAIENY LUIZA DE SOUZA OLIVEIRA FRANCO

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

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Física, para obtenção do título de Licenciatura em Física e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de Apresentação: 19/03/2018

Banca Examinadora:

Prof. (a) Dr. (a) Érica Cupertino Gomes – Orientadora – UFT

Prof. (a) Lídia Cruz de Araújo- UFT

Prof. (a) Dr. (a) Pâmella Gonçalves Barreto - UFT

Araguaína – TO
2018

Ao meu esposo Edison, pela amizade, companheirismo e dedicação.

Aos meus filhos, Enaile Sophie, Rian Carlos e Paulo Albano, pela paciência de esperar pela mamãe quando ela deixava de brincar para escrever essa monografia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o meu refúgio e fortaleza, socorro bem presente nas horas de angústia (e foram muitas nesses últimos anos... cursando Física).

Ao meu esposo, Edison Tadeu Franco, por me ajudar, orientar, apoiar e me aguentar quando até eu mesma não me aguentava. Obrigado por me fazer sonhar, sentir melhor, crescer, rir, acreditar, querer mudar, ir em frente, compartilhar. Te amo pra sempre! Seu lugar no céu já está garantido!

Aos meus filhos, Enaile Sophie, Rian Carlos e Paulo Albano, por sempre me amarem mesmo nos momentos em que estive ausente ou muito ocupada para beijar, abraçar e brincar. É culpa do Cálculo! Logo, logo, vão descobrir...

Aos meus pais, Luiz Carlos e Eliane Júlia, por me darem o conselho mais valioso: “O conhecimento é o único bem que merece ser acumulado!”

À minha orientadora, Prof. (a) Dr. (a) Érica Cupertino Gomes por suas valiosas contribuições na elaboração desta monografia. Pela dedicação e entusiasmo para com os alunos e o Curso de Física.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC por possibilitar o desenvolvimento do projeto de trabalho que foi o ponto de partida para elaboração desta monografia.

A todos os professores do curso de Física por serem tão dedicados e preocupados com todas as dificuldades que os alunos enfrentam para se tornarem professores. Esse curso só é bom por causa de vocês!

Aos meus colegas de graduação que compartilharam as alegrias e as angústias que esse curso nos traz. Obrigado por estarem comigo durante esses quatro anos, me ajudando e me passando raiva em cada Disciplina.

A todos aqueles que me inspiraram de alguma maneira e que não lerão esta monografia!

*“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente. É
aquele que melhor se adapta às mudanças.”*
Charles Darwin

RESUMO

A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel baseia-se no conhecimento prévio dos alunos, da mesma forma que o Método de Paulo Freire utiliza da leitura de mundo do aluno como base para aprendizagem. Tanto Ausubel quanto Freire elaboram estratégias que visam promover essa aprendizagem, seja subsunções ou palavras geradoras. No atual momento, essas abordagens podem ser desenvolvidas através da utilização dos recursos digitais disponíveis; recursos estes que nos fornecem informação e comunicação em tempo real, possibilitando compreender os conceitos físicos de uma forma mais interativa e envolvente. Para que isso aconteça o professor deve estar atento ao que essas tecnologias digitais de informação e comunicação possam auxiliar como recursos pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem destes alunos. Os simuladores computacionais, principalmente os que possuem maior interatividade, podem promover uma melhoria na aprendizagem dos conceitos básicos nas aulas de Física, sempre à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. No presente trabalho, desenvolveremos uma discussão sobre o uso das tecnologias digitais voltada à uma aprendizagem significativa, tal como uma lista dos principais softwares de simulações que podem ser utilizados nesse processo.

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa, Tecnologias Digitais, Simuladores Computacionais.

ABSTRACT

David Ausubel's Theory of Meaningful Learning is based on the prior knowledge of the students, in the same way that Paulo Freire's Method uses the student's world reading as a basis for learning. Both Ausubel and Freire elaborate strategies aimed at promoting this learning, whether by subsumption or generating words. At present, these approaches can be developed through using the available digital resources; resources that provide us real-time information and communication, making it possible to understand the concepts of physics in a more interactive and engaging way. For this to happen the teacher must be aware of what these digital information and communication technologies can help as pedagogical resources in the teaching and learning processes of these students. Computational simulators, especially those with greater interactivity, can promote an improvement in the learning of basic concepts in physics classes, always in the light of David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. In the present work, we will develop a discussion about the use of digital technologies for meaningful learning as well as a list of the main software simulations that can be used in this process.

Keywords: Significant Learning, Digital Technologies, Computational Simulators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Relação entre aprendizagem mecânica x significativa e área cinza.....	21
Figura 2.2 - Representação da formação do conhecimento através de subsunções..	22
Figura 4.1 - Exemplo de uma simulação não interativa: onda eletromagnética não polarizada.....	39
Figura 4.2 - Exemplo de uma simulação não interativa: tutorial de funcionamento de um disco compacto.....	40
Figura 4.3 - Exemplo de uma simulação pouco interativa: atração e repulsão por polos magnéticos.....	41
Figura 4.4 - Exemplo de uma simulação muito interativa: as moléculas e a formação de sólidos, líquidos e gases.....	41
Quadro 1 - Relação de simuladores encontrados e principais características.....	42

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
CD	Disco Compacto
PhET	Physics Education Technology

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: RELAÇÃO ENTRE FREIRE E AUSUBEL ..	14
2.1 Concepção de aprendizagem segundo Paulo Freire	15
2.2 Aprendizagem significativa em David Ausubel	19
2.2.1 Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa	20
2.2.2 Subsúnciores e organizadores prévios na aprendizagem significativa	21
2.2.3 Aprendizagem significativa por descoberta e por recepção	23
2.2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa	24
2.2.5 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa	26
2.2.6 Freire <i>versus</i> Ausubel	27
3 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	29
3.1 TICs x TDICs	30
3.2 O professor e as TICs	32
4 O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	35
4.1 Simulações não interativas e interativas	38
4.2 O simulador interativo PhET	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 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, mais precisamente os alunos do Ensino Médio.

Percebe-se que cada vez mais esses alunos se veem envolvidos com as tecnologias digitais e a escola não tem sabido aproveitar essa oportunidade para desenvolver uma metodologia diferenciada e, ao mesmo tempo, envolvente. O professor é um personagem ativo nessa aprendizagem e requer, além do conhecimento específico, saber identificar o conhecimento prévio de seus alunos e também utilizar os recursos tecnológicos disponíveis na atualidade 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 e, mais especificamente, os simuladores computacionais podem favorecer, direta ou indiretamente, uma transformação na forma de ensinar, tornando-se valiosas ferramentas para uma aprendizagem significativa.

Outro fator que influenciou esta investigação foram os estudos realizados durante o período de iniciação científica, importantíssimos no aprimoramento do conhecimento sobre os temas em questão, o que promoveram o desenvolvimento de conteúdos que não são abordados em específico durante a graduação, atribuindo assim novas aprendizagens na área pedagógica, fundamental na formação do professor. Essa pesquisa inicialmente desenvolvida na iniciação científica exigiu a leitura de diversos livros, possibilitando a contextualização dos trabalhos científicos, o que, conseqüentemente, acabou por influenciar na produção desse trabalho de conclusão de curso.

Seguindo esta perspectiva, o presente trabalho baseia-se numa pesquisa bibliográfica de autores como Ausubel, Freire, Moreira, Kenski, Lévy, Coelho, Santos e muitos outros, cujo objetivo principal encontra-se na busca de se entender a utilização dos simuladores computacionais para uma aprendizagem significativa no que se refere ao ensino de Física para os alunos do Ensino Médio. Ele está

estruturado em quatro capítulos que foram dispostos com o objetivo de se obter uma melhor compreensão dos temas abordados. O primeiro capítulo dispõe de uma breve introdução contendo a relevância, a motivação, a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho. O segundo capítulo aborda a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e sua relação com o Método de Paulo Freire, dois autores importantes na área de teorias de ensino e aprendizagem. Nesse capítulo objetivou-se demonstrar os aspectos comuns e divergentes que fundamentam as teorias apontadas pelos autores. Já no terceiro capítulo encontra-se os aspectos que envolvem as tecnologias digitais de informação e comunicação, a diferença entre as tecnologias atuais, sua relevância e o papel do professor quanto a utilização das mesmas.

No quarto capítulo obtém-se uma análise sobre o uso dos simuladores computacionais para o ensino de Física para os alunos do Ensino Médio. O foco deste capítulo foi 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 dos mesmos. Também se encontra nesse capítulo uma breve explanação do simulador PhET, que foi escolhido por causa de sua popularidade, pela facilidade de utilização, além de ter simulações bem planejadas e estruturadas, trazendo clareza e ludicidade aos conceitos físicos. Por fim, no último capítulo estão as considerações finais, que abordam os aspectos relevantes encontrados no decorrer da pesquisa bibliográfica.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: RELAÇÃO ENTRE FREIRE E AUSUBEL

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 já se refletem no panorama educacional brasileiro e que tendem a ter reflexos ainda maiores, à medida dos avanços nos processos de construção do saber.

Atualmente, percebe-se que a grande maioria dos profissionais da educação tem 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 refere-se ao fato de que a escola não esteja sabendo trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos com vistas a alcançar uma aprendizagem significativa.

Segundo os estudos Piletti (2004), pode-se dizer que a educação não se confunde com escolarização, pois a escola não é o único lugar onde a educação acontece. A educação também se dá onde não há escolas. Em todo lugar existem redes e estruturas sociais de transferência de saber de uma geração para outra. Mesmo nos lugares onde não há sequer a sombra de algum modelo de ensino formal e centralizado, existe educação. 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 através 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 nova forma de pensar e agir.

Libâneo (2010) entra em concordância com Pilleti ao fazer uma análise sobre os tipos de educação. Para o autor, existe a educação não intencional (refere-se às influências do contexto social em que o indivíduo está inserido), e a educação intencional (refere-se 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 se encontra na intencionalidade, ou seja, nos “processos orientados explicitamente por objetivos e baseados em conteúdos e meios dirigidos a esses objetivos” (LIBÂNEO, 2010, p. 92).

Diante disso, pode-se afirmar que os estudos de Ausubel e Freire sobre a aprendizagem significativa fornecem contribuições importantes para uma prática educativa que reconheça o conhecimento prévio dos alunos como uma proposta pedagógica alicerçada na criticidade e autonomia. Tratar-se-á sobre as contribuições de Freire e Ausubel, quanto à aprendizagem significativa, de maneira isolada, nos tópicos a seguir.

2.1 Concepção de aprendizagem segundo Paulo Freire

Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997) conhecido no Brasil e 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 advogado 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 e acabou sendo exilado durante o golpe militar de 1964. Durante os anos de exílio escreveu diversas obras, dentre elas “Pedagogia do Oprimido” (1968), 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 e conquistou um amplo público de pedagogos, militantes políticos, teólogos e cientistas sociais.

Freire (1993) propõe o fim de uma educação bancária onde o professor deposita seu conhecimento no aluno e o mesmo guarda na memória como se fossem “arquivos humanos”, sem nenhuma capacidade reflexiva. Para ele, 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 consiga assimilar o objeto de estudo fazendo uso de uma prática dialética com a realidade, fazendo ele próprio o caminho, e não seguindo um já 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.” Assim, 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, onde aluno e professor aprendem juntos. Para Freire, 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 os mesmos 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. No entanto, ao se referir sobre essa “leitura de mundo” está se usando uma metáfora, porém 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, se revelam 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. Assim, 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, mas, 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), o que possibilita a formação de muitas outras, facilitando o entendimento do aluno e promovendo a aprendizagem de maneira significativa. Dessa forma, pode-se 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 descodificar. (FREIRE, 1993, p. 06)

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. Dessa forma, a educação que se precisa não pode ser aquela que executa a memorização mecânica dos educandos, mas aquela 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)

Portanto, entra-se em concordância com as ideias de Paulo 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 são, 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.

Percebe-se que essa “leitura de mundo” é justamente aquilo que se denomina de “conhecimento prévio”, ou seja, aquilo que todo aluno já conhece antes de adentrar a instituição escolar. Nesse sentido, far-se-á um comparativo com os enunciados de David Ausubel sobre conhecimento prévio e aprendizagem significativa.

2.2 Aprendizagem significativa em David Ausubel

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. O pesquisador sofreu na escola durante anos, com castigos e humilhações, por não ter sua história pessoal considerada pelos professores. 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 significativa. 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 é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e relacioná-las a novos conteúdos, ou melhor, organização e integração das informações na estrutura cognitiva.

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 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. Percebe-se, portanto, que 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 que entre em conflito 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.

2.2.1 Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa

Moreira (2003) afirma que a aprendizagem mecânica acontece quando as novas informações que são 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 desprezada 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).

No entanto, Moreira (um dos autores que disseminou a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel no Brasil) ressalta que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não devem ser consideradas antagônicas, mas interligadas. 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 (como mostra a Fig. 01 abaixo).

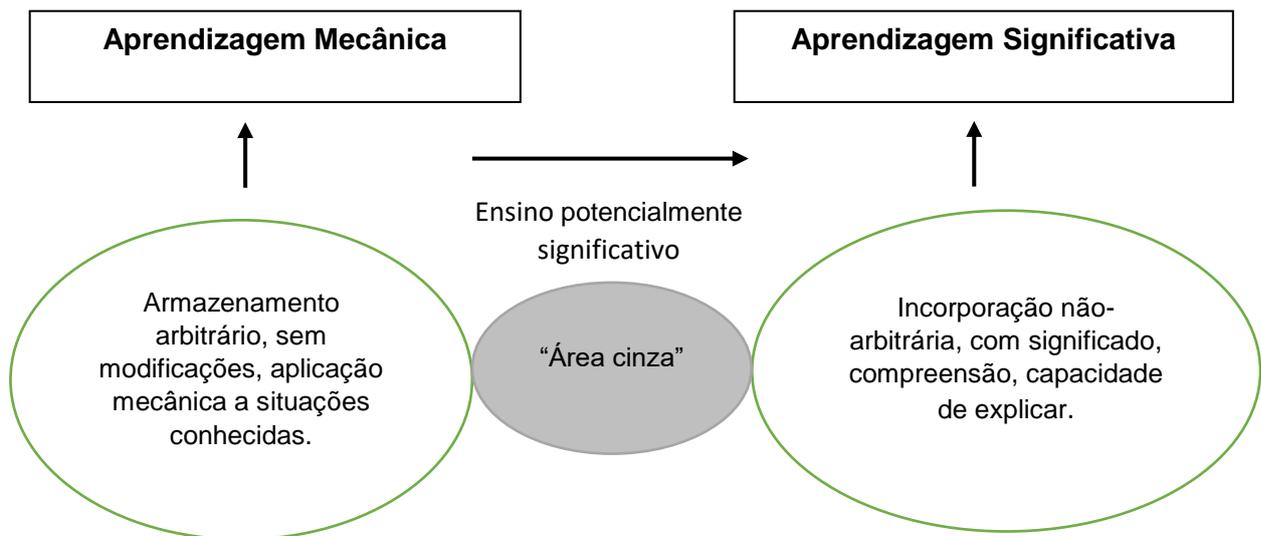


Figura 2.1: Relação entre aprendizagem mecânica X significativa e a área cinza.

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.

2.2.2 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 nomeadamente relevantes), que funcionam como “âncoras” para as novas ideias, conceitos e proposições.

Os subsunçores são estruturas específicas onde uma nova informação pode se integrar ao cérebro, que é altamente organizado e armazena experiências prévias. Eles vão se tornando mais elaborados e mais abrangentes, capazes de ancorar novas informações à medida que vão aperfeiçoando os significados e potencializando a aprendizagem, ficando mais significativa. “*Vou entender o que é barco aliando esta palavra e representação à um objeto que flutua.*” (grifo meu).

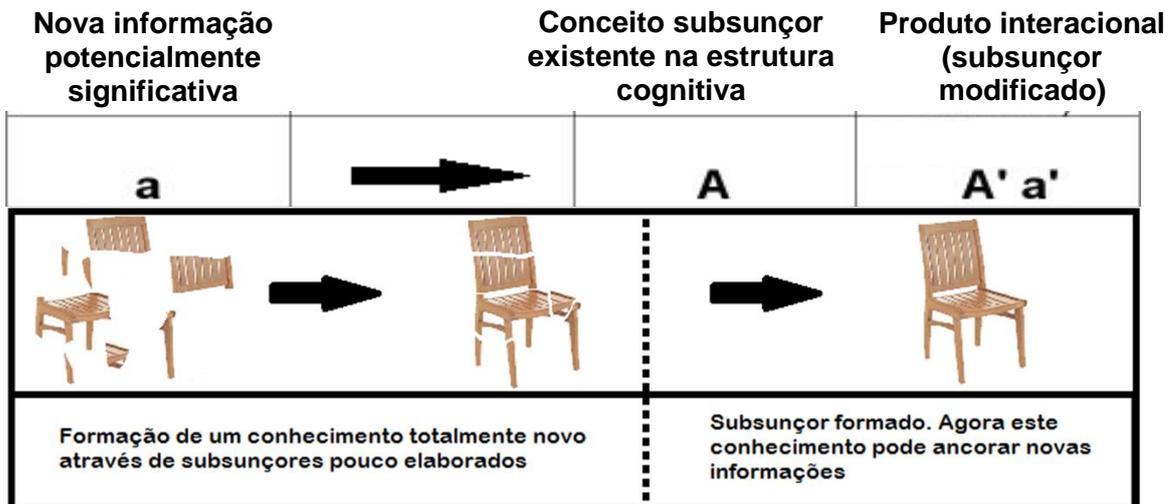


Figura 2.2: Representação da formação do conhecimento através de subsunçores. Disponível em: <https://cae.ucb.br/tas/tas/tas03.html>.

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 (1980) propõe, então, os organizadores prévios que servem como “pontes cognitivas”. Eles 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. 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 dos mesmos, 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, os professores deveriam utilizar tal estratégia na preparação de suas aulas e materiais didáticos.

2.2.3 Aprendizagem significativa por descoberta e por recepção

Para Ausubel (1980), a aprendizagem significativa pode ocorrer de duas maneiras: por recepção e por descoberta, e 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. Neste 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). Neste 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 através da utilização dos organizadores prévios, conforme discutidos anteriormente.

2.2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa

Para que haja uma melhor compreensão, Ausubel (1980) divide a aprendizagem significativa em 03 tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e a aprendizagem proposicional.

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. (Vide Fig. 2.2)

B) Aprendizagem de conceitos: é uma extensão da aprendizagem representacional, mas num 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. A aprendizagem conceitual ocorre por:

Formação de conceitos: próprio de crianças pequenas e acontece por descobertas proporcionadas pela experiência;

Assimilação de conceitos: ocorre a partir de 7-8 anos. 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: Onde 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.

2.2.5 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 (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 através 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.

2.2.6 Freire *versus* Ausubel

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, 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” (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 ao mesmo uma aprendizagem que seja realmente significativa.

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. 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 o mesmo tenha 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).

Os autores também entram em concordância quando se trata do diálogo para que ocorra uma aprendizagem significativa. Para os autores, o diálogo estabelece uma relação onde, 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 e Ausubel divergem suas opiniões quanto ao processamento da organização e integração do conhecimento. Para Ausubel, aprender é um processo psicológico cognitivo enquanto para Freire a aprendizagem não ocorre apenas no aspecto cognitivo, mas também na relação com o mundo e seus componentes sociais, políticos e culturais.

Os autores também divergem quanto à aprendizagem mecânica. Ausubel não descarta a possibilidade da aprendizagem mecânica no início do processo, considerando-a útil nesse momento. Já Freire a abomina por completo, 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.

Por fim, percebe-se que, tanto nas contribuições de Ausubel quanto 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 informática, revistas, televisão, vídeo, que têm atualmente grande poder pedagógico visto que se apresentam os mais variados conteúdos com agilidade e interatividade. Assim, 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 do capítulo a seguir.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Por muito tempo, o lápis, o papel, o giz e o quadro negro 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, ao invés de modificá-la, acabou sendo incorporada a ela. 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.

Da mesma forma, pode-se fazer um comparativo com o trabalho realizado por Freinet (pedagogo francês, adepto da Escola Nova, anticonservadorista. Para ele, o ambiente político e social ao redor da escola não deve ser ignorado pelo educador) que, antes de 1930, levava os alunos a produzirem jornais e trocá-los com alunos de outras escolas pelo correio - processo facilitado hoje devido os recursos de multimídia e internet.

Observando essas duas situações, aponta-se 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 que possibilite uma aprendizagem significativa.

3.1 TICs x 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 pensa, 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 negro 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, através da citação acima, 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 num ritmo 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 que as TDICs são 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.

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. Entretanto, o processo desafiador da aprendizagem de uso das tecnologias coloca a cada dia novos obstáculos. Assim, é importante saber qual o papel do professor frente a esses limites tecnológicos.

3.2 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 com as TDICs 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 tecnológica.

Baseando-se nos argumentos supracitados, pode-se afirmar que o professor necessita entender as TDICs com vistas ao desenvolvimento de 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 só o homem e/ou a mulher 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 currículos e projetos pedagógicos 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, o desejável é que o professor conheça as ferramentas tecnológicas que poderão vir a contribuir no desenvolvimento de suas aulas e sentir-se familiarizado com elas, além de utilizar de metodologia diversificada que busque conduzir seus alunos a alcançar o objetivo comum, que é a aprendizagem de determinado conhecimento (PALLOFF; PRATT, 2002). Os cursos de formação continuada e capacitação de professores devem possibilitar a este profissional conforto e 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, 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)

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 num 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, porque 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)

Nesse sentido, 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, pode-se argumentar que não há aprendizagem significativa se não houver organização e seriedade na implantação das TDICs. Diante disto, 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, será tema do próximo capítulo.

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

Muito se tem discutido 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 do Ensino Médio. É sabido que os professores desta 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, Almeida, Coelho).

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 ambiente mais envolvente, no qual ele possa desenvolver suas habilidades cognitivas e aprender, 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 destas mobilidades tecnológicas para que os alunos possam usufruir das TDICs 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. Esta dinâmica de reflexão da ação possibilitará ao educador construir um estilo próprio de atuar com as TDICs.

Coelho (2002) entra em concordância com Almeida 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, a fim de 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+) 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 só vem a reforçar a importância da interação entre professor, aluno e TDICs, numa busca de alternativas que possam ajudar a diminuir as dificuldades encontradas no ensino dos conceitos físicos através 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 pode-se perceber que, com a utilização das TDICs no ensino de Física, o uso de métodos de aprendizado tradicionais torna-se

ineficientes e inadequados. Assim, a busca por uma solução moderna e eficaz acaba por apontar que 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, poderia ser considerado como uma solução para suprir esta demanda.

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 permite a obtenção de dados e visualização de fenômenos mediante a utilização de simuladores computacionais de modelos cada vez mais complexos, realistas e aplicáveis a situações práticas. Por exemplo, por meio de simulações é possível estudar a queda de corpos, tratando-os como corpos que caem em um planeta real, com atmosfera, e não em um planeta ideal sem atmosfera, como geralmente é tratado nos exercícios propostos em sala de aula.

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, o último tem a vantagem pois englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas 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 (individual 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.

4.1 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. 4.1 mostra uma simulação não interativa, no qual 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° 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.

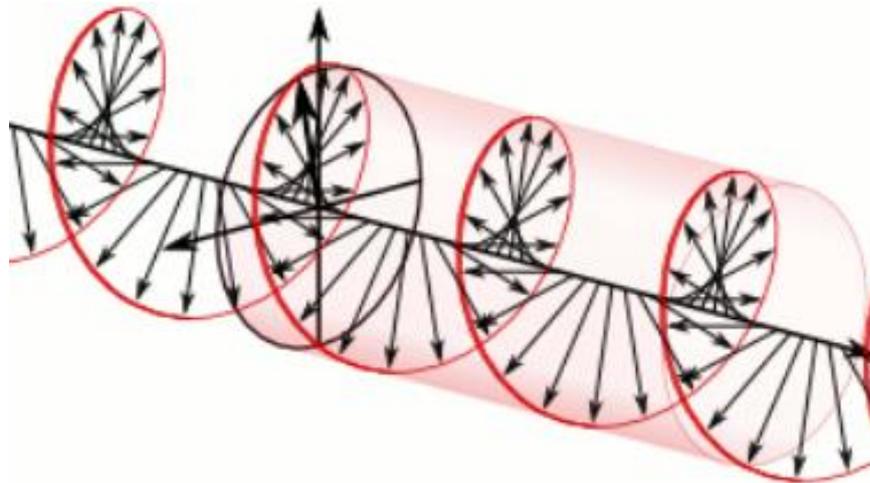


Figura 4.1 – Exemplo de uma simulação não interativa: onda eletromagnética não polarizada. Fonte: Disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular.Polarization.Circularly.Polarized.Light_Right.Handed.Animation.305x190.255Colors.gif.

Também nas Figs. 4.2a e 4.2b tem-se uma simulação não interativa. Nelas é possível observar o tutorial de como um raio laser é focado na superfície de um disco compacto giratório (CD) e como as variações entre os poços e as margens da superfície do disco afetam a luz que é refletida pelo disco em rotação, sendo a luz ou ausência de luz detectadas em um foto-sensor. O disco compacto, embora pareça estar parado no tutorial, deveria ser imaginado como rotativo em alta velocidade. Na parte inferior do tutorial, um leitor de bits simulado transmite continuamente o código binário à medida que é recuperado do disco, que é processado posteriormente.

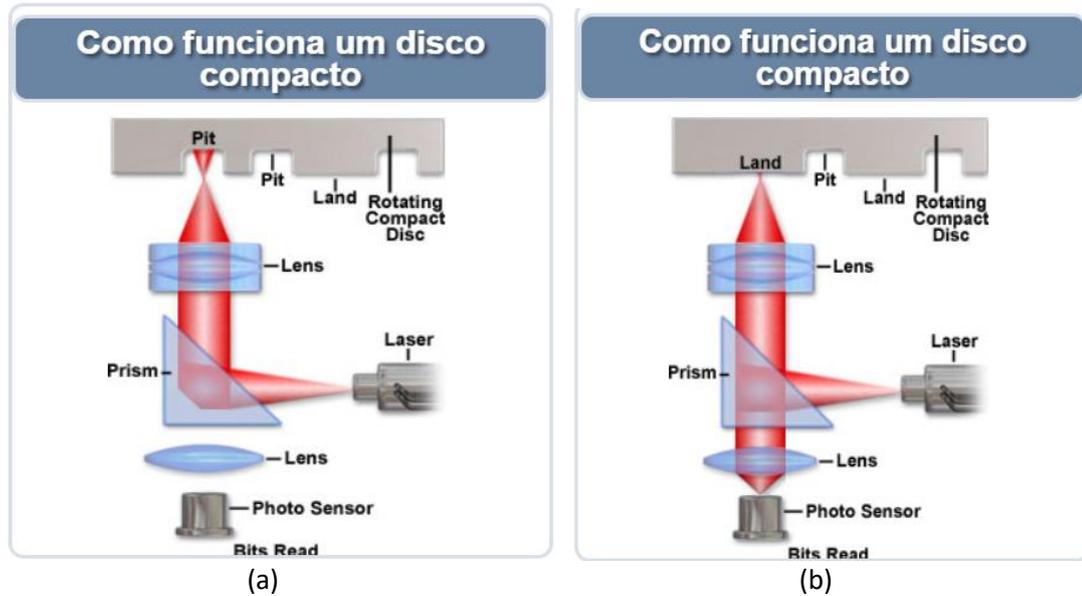


Figura 4.2 – Exemplo de uma simulação não interativa: tutorial de funcionamento de um disco compacto. Fonte: Disponível em: <https://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/cd/index.html>

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.

Nas Fig. 4.3a e 4.3b tem-se um exemplo deste tipo de simulação. Nelas é possível perceber que ímãs são cercados por campos magnéticos, representados aqui por linhas de campo. Na simulação pode-se constatar que as forças de atração e repulsão magnética se movem ao longo dessas linhas. Os ímãs da simulação estão em uma superfície virtual contendo limalhas de ferro que se alinham ao longo das linhas do campo, mostrando atração quando os polos são colocados opostos um ao outro e repulsão quando são polos iguais. Nessa simulação, apesar da interação somente permitir trocar os polos, sua capacidade de simular qualitativamente o fenômeno é muito alta, possibilitando a aprendizagem do conceito físico.

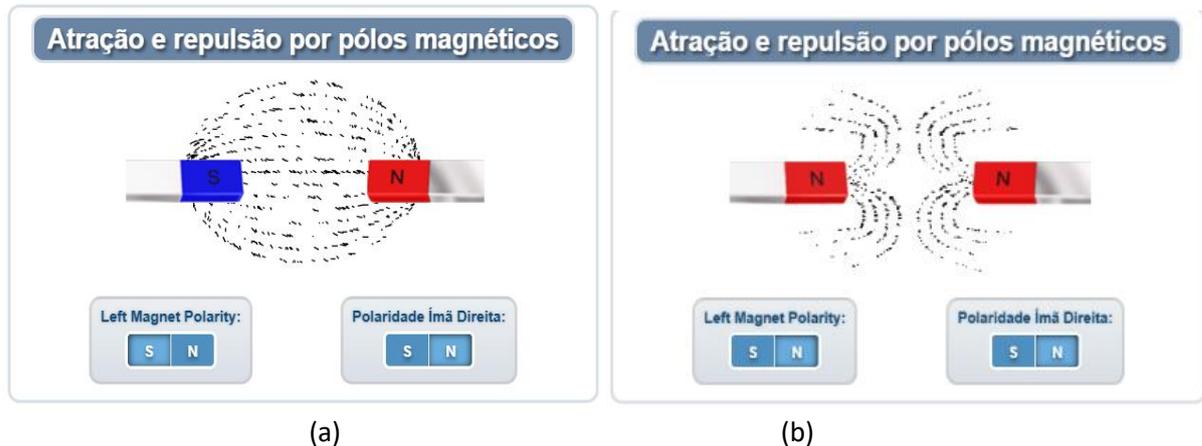


Figura 4.3 – Exemplo de uma simulação pouco interativa: atração e repulsão por polos magnéticos. Fonte: Disponível em: <https://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/magneticlines2/index.html>.

Na Fig. 4.4 uma simulação bastante interativa, no qual o usuário pode alterar vários parâmetros na simulação. Nela, pode-se 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.

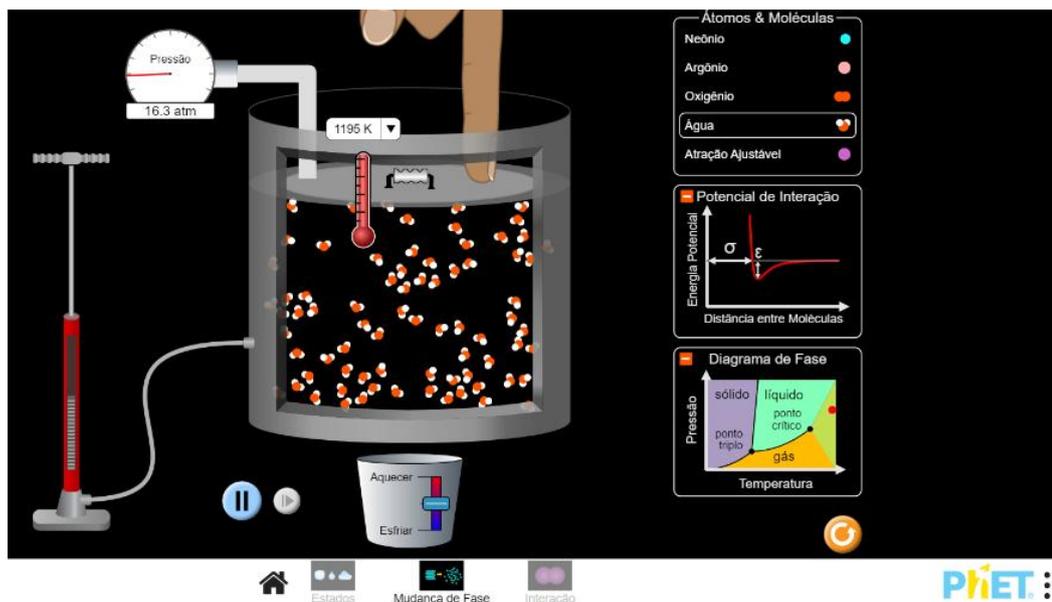


Figura 4.4 – Exemplo de uma simulação muito interativa: as moléculas e a formação de sólidos, líquidos e gases. Fonte: Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter.

Portanto, as simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao explicar aos alunos fenômenos demasiados abstratos para serem visualizados. 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 Google (www.google.com.br) com o termo “*simulador de física*” 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, julgando-se necessário identificar alguns simuladores com o intuito de corroborar a aplicabilidade destes recursos tecnológicos instrucionais potencialmente significativos.

Para tanto, foi elaborado um quadro que apresenta alguns destes simuladores e suas características quanto à gratuidade, plataforma operacional, idioma e aplicabilidade do simulador no ensino da Física nos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio (Utilizou-se como base para a classificação quanto aos anos do Ensino Médio a Proposta Curricular do estado do Tocantins, através do Documento Referência para Elaboração dos Planos de Ensino – 2017). O quadro 1 mostra alguns dos diversos simuladores que estão em funcionamento (testados no Windows® 10 e Android® 6.0).

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	Gratuito	Português	Windows	x		
Profi	Gratuito	Português	Windows	x		
Logic Simulator Pro	Gratuito	Inglês	Android			x
ElectroDroid	Gratuito	Português	Android			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
Algodoo	Gratuito	Inglês	Mac/Windows	Criador de simulações		
Modellus	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: Do autor.

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 que os softwares PhET Colorado e Edumedia apresentam projetos de simuladores, ou seja, em cada projeto há várias simulações. Dentre os simuladores dispostos no quadro, destaca-se o PhET pela facilidade de utilização e ludicidade, o que promove a curiosidade e o interesse dos alunos.

4.2 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; contudo, os criadores decidiram manter o nome original. Todas as simulações são de código aberto (quando não existe direito autoral e pode ser modificado por qualquer pessoa) e tem como finalidade assessorar o aprendizado na busca de uma aprendizagem significativa. Oferece gratuitamente as simulações de fenômenos físicos, bem como vários roteiros preparados por diversos professores e pesquisadores do mundo, abordando todos os níveis de ensino, desde o fundamental até a graduação.

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, o que faz com que os alunos possam utilizá-lo de várias maneiras, interagindo e construindo um novo conhecimento no seu cognitivo. Contudo, é importante salientar que uma simulação computacional não configura um experimento de laboratório, já que, na maioria das vezes, é uma simplificação dos conceitos físicos. Nesse sentido, o simulador apresenta-se como uma estratégia computacional na qual estão embutidas uma série de simplificações e idealizações em relação aos conceitos físicos presentes na natureza.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É certo dizer que, na maioria das vezes, as aulas de Física são expostas apenas com a utilização dos recursos tradicionais de ensino (giz e lousa), causando fadiga e conseqüente desinteresse por parte dos alunos no que se refere a aprendizagem dos conceitos físicos. Portanto, a prática docente deve ser orientada a partir para uma nova lógica educacional. Lógica, esta, fundamentada na exploração de novos tipos de procedimentos didáticos e recursos tecnológicos, uma vez que a sociedade se informatizou e, conseqüentemente, seu aluno.

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 de se relacionar com o conhecimento. Cabe ao professor saber utilizar corretamente esses recursos tecnológicos, buscando na sala de aula um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento. 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. Nesse sentido, a tecnologia tem grande poder, uma vez que ela modifica a expressão criativa do homem e, também, sua forma de adquirir conhecimento. Assim sendo, 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.

Um dos recursos tecnológicos que se mostrou de grande ajuda foi o simulador computacional. Constatou-se que as simulações computacionais 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. Entretanto, convém ressaltar que é muito importante saber identificar qual simulação usar e ter conhecimento quanto a qualidade das simulações a serem utilizadas 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. No decorrer do presente trabalho pode-se constatar que um simulador computacional muito útil no sentido de facilidade de manuseio, objetividade clara e criatividade foi o PhET. Acredita-se 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, convém ressaltar que a utilização das simulações computacionais deve ser feita como um recurso auxiliar, uma ferramenta adicional no processo de ensino e aprendizagem e sempre aliada aos demais recursos existentes, nunca como metodologia única.

Por fim, conclui-se que, apesar dos argumentos citados em todo o texto, é necessário que se faça a aplicação dos simuladores computacionais de forma efetiva (pesquisa de campo) para se poder quantificar o nível de aprendizagem significativa que seja possível obter com o uso destes softwares. Observa-se também a necessidade de se criar uma metodologia baseada no uso sistemático de aplicativos computacionais. Todavia, é uma situação um tanto complicada de se realizar devido a necessidade de se envolver o conselho de ética, por se tratar de pesquisa com seres humanos e, também, pelos problemas estruturais que as escolas enfrentam hoje, como a falta de laboratórios de informática, internet lenta e falta de capacitação dos professores quanto ao uso das tecnologias.

O sucesso da escola 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 e social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Disponível em: <http://www.nid.unicamp.br>. Acesso em 10 de dezembro de 2017.

ARAUJO, 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.

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.

BARANAUSKAS, M. C. C., & VALENTE, J. A. (2013). Editorial. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento.** 1(1), 1-5. Disponível: <http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/tsc/issue/current>. Acesso: 10 de outubro de 2017.

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.

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

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.

FREIRE, P. **Educação e Mudança.** 22ª 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.

GIANOLLA, Raquel Miranda. **Informática na educação: representações sociais do cotidiano**. São Paulo, Cortez, 2006.

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.

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

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

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

_____. **Pedagogia e pedagogos para quê?** 12. ed. São Paulo, Cortez, 2010.

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. Acesso em 03 de março de 2018.

MARTINEZ, Vinício Carrilho. **Conceito de tecnologia**. 2006. Disponível em: - <http://www.gobiernoelectronico.org/node/4652>. Acesso em 20 de janeiro de 2018. 2008.

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. Disponível em: <http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Ruth-Brito-de-Figueiredo-Melo.pdf>. Acesso em 11 de março de 2018.

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: 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 2018.

_____. **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 2018.

_____. **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 2018.

_____. **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, 2012, 2013. Disponível em <http://www.faatensino.com.br>. Acesso em 15 de março de 2018.

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 Aduato. **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.

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

PhET. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em 15 de março de 2018.

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.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Orizon.** Estados Unidos. NcB University Press, v.9, n.5, Oct., 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/>. Acesso em 16 de fevereiro de 2018.

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.

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.

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, p. 138 - 154, 13 dez. 2010.