



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS-CCEA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA-CAMPUS VII**

**KARLOS DE MEDEIROS FERNANDES**

**OS MÉTODOS DE APRENDIZAGEM DA ERA CONTEMPORÂNEA E  
A VISÃO DE RICHARD FEYNMAN SOBRE O ENSINO DE FÍSICA**

**PATOS  
2021**

KARLOS DE MEDEIROS FERNANDES

**OS MÉTODOS DE APRENDIZAGEM DA ERA CONTEMPORÂNEA E  
A VISÃO DE RICHARD FEYNMAN SOBRE O ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Licenciatura Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientadora:** Prof. Me. Kilmara Rodrigues dos Santos

**PATOS  
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F363m Fernandes, Karlos de Medeiros.

Os métodos de aprendizagem da era contemporânea e a visão de Richard Feynman sobre o ensino de física [manuscrito] / Karlos de Medeiros Fernandes. - 2021.

30 p.: il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2021.

"Orientação : Profa. Ma. Kilmara Rodrigues dos Santos, Coordenação do Curso de Matemática - CCEA."

1. Ensino de física. 2. Método de aprendizagem. 3. Teoria de Feynman. 4. Ensino-aprendizagem. I. Título

21. ed. CDD 530

KARLOS DE MEDEIROS FERNANDES

OS MÉTODOS DE APRENDIZAGEM DA ERA CONTEMPORÂNEA E A VISÃO DE  
RICHARD FEYNMAN SOBRE O ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Programa de Graduação  
em Licenciatura em Física da  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito para a obtenção do título de  
licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em: 28/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

*Kilmara Rodrigues dos Santos*

---

Prof<sup>ª</sup>. Me. Kilmara Rodrigues dos Santos (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Lidiano Rodrigues Campêlo da Silva*

---

Prof<sup>ª</sup>. Me. Lidiano Rodrigues Campêlo da Silva  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Everton Cavalcante*

---

Prof. Dr. Everton Cavalcante  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## **DEDICATÓRIA**

Agradeço a Deus e a virgem Maria por ter me proporcionado chegar até esse momento, sempre pela graça e a misericórdia, força e coragem pra vencer cada desafio e obstáculo presente durante toda essa trajetória acadêmica.

Agradeço a minha mãe professora Maria Edilene de Medeiros Fernandes, que sempre tem dado o seu grande exemplo e apoio como professora e mãe, que sempre batalhou para que eu pudesse atingir os meus objetivos.

Agradeço a meu querido pai Iranildo Fernandes da Silva, que nunca mediu esforço para me proporcionar às condições de chegar até essa fase da minha vida e desse curso de licenciatura em Física.

Agradeço também cada um de meus irmãos, Kênio de Medeiros Fernandes e Kévia de Medeiros Fernandes, que sempre me apoiaram e se alegram comigo nessa etapa tão importante na minha vida.

Agradeço de coração a minha orientadora a professora Me. Kilmara Rodrigues dos Santos, pela paciência que teve comigo, pelas primorosas orientações e palavras de incentivo durante a escrita desse trabalho, pela sua personalidade carinhosa, carismática e acolhedora que sempre teve para com todos nessa instituição acadêmica.

Aos outros dois professores da banca examinadora, professora Me. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva e o professor Dr. Everton Cavalcante por estarem presentes nesse tão importante da minha graduação.

Aos meus queridos professores do curso de licenciatura em Física por cada ensinamento transmitido durante toda essa jornada.

E por fim, a todos os outros meus amigos que não foram mencionados, mais que sempre me ajudaram diretamente ou indiretamente para chegar a esse ponto da minha vida acadêmica.

## **DEDICATÓRIA**

*A nosso senhor Jesus Cristo de forma especial por me permitir chegar até aqui, e a meus pais que desde os primórdios da minha vida pessoal e estudantil, nunca hesitaram nos seus esforços para que eu conseguisse atingir novas finalidades através do conhecimento.*

Eu um universo de átomos. Um átomo no universo." Richard Feynman.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Condições para o processo de aprendizagem .....	12
Figura 2:	Não distorção idade-série.....	18

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 MATERIAIS, MÉTODOS E PRÁTICAS ATUAIS SOBRE ENSINAR E APRENDER DO ENSINO SUPERIOR.....	12
2.1 Sobre os professores e o ensino de Física .....	16
2.1.1 Sobre os alunos e a aprendizagem de Física .....	17
2.1.2 Métodos e práticas atuais do ensino superior .....	19
2.1.2.1 O processo avaliativo no ensino superior e sua relevância no desenvolvimento dos discentes.....	21
2.1.2.2 A visão de Feynman acerca do ensino de Física no Brasil .....	24
3 METODOLOGIA.....	28
4 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

## OS MÉTODOS DE APRENDIZAGEM DA ERA CONTEMPORÂNEA E A VISÃO DE RICHARD FEYNMAN SOBRE O ENSINO DE FÍSICA

FERNANDES, Karlos de Medeiros

### RESUMO

As ciências da natureza, em virtude de suas realizações, desfrutam de uma importância sem par na sociedade hodierna. Sendo assim, a sociedade tornou-se fortemente alicerçada em conhecimentos advindos das ciências da natureza. A presente pesquisa tem o objetivo de analisar a literatura dos métodos de aprendizagem empregados na era contemporânea e como Richard Feynman enxerga a realidade do ensino de física. Como objetivos específicos, são elencados: a necessidade de identificar a metodologia contemporânea ativa de ensino e aprendizagem e visualizar com clareza o posicionamento de Feynman a respeito do ensino de física; Destacar o pensamento de Feynman sobre o ensino de Física. Em consequência, surge também a necessidade de uma educação em ciências que consiga atender às demandas dessa mesma sociedade. Se forem consideradas as concepções de Feynman, poderá melhorar a construção de significados por parte dos estudantes em sala de aula. Para discussão e análise dos dados da investigação, nos fundamentamos na teoria de Feynman e em outros autores que escrevem sobre o assunto em questão. O percurso metodológico para operacionalização do estudo foi dividido nas seguintes etapas, fase situacional e de planejamento. Assim, os resultados alcançados mostraram que o processo de ensino-aprendizagem de Física necessita ser realizado de forma significativa, compreendendo o conhecimento do estudante como essencial para que se aproprie das relações entre ciência e sociedade.

**Palavras-chave:** Conhecimento. Ciência. Física.

### ABSTRACT

The natural sciences, by virtue of their achievements, enjoy an unparalleled importance in today's society. Thus, society became strongly based on knowledge from the natural sciences. This research aims to analyze the literature on learning methods used in the contemporary era and how Richard Feynman sees the reality of teaching physics. As specific objectives, the following are listed: the need to identify the active contemporary methodology of teaching and learning and clearly visualize Feynman's position regarding the teaching of physics; Highlight Feynman's thinking about teaching physics. As a result, there is also a need for science education that can meet the demands of this same society. If Feynman's conceptions are considered, it can improve the construction of meanings by students in the classroom. For discussion and analysis of research data, we draw on Feynman's theory and other authors who write about the subject in question. The methodological path to operationalize the study was divided into the following stages, situational and planning phases. Thus, the results achieved showed that the teaching-learning process in Physics needs to be carried out in a significant way, understanding the student's knowledge as essential for appropriating the relationships between science and society.

**Keywords:** Knowledge. Science. Physics.

## 1 INTRODUÇÃO

O pensamento científico, adquirido pelo sujeito no decorrer da sua vida acadêmica, está diretamente entrelaçado com o conhecimento construído pelo indivíduo ao longo das suas vivências sociais, culturais e históricas. É importante destacar também que, antes da ciência enquanto conhecimento racional, o homem já tentava responder suas perguntas a partir dos conhecimentos prévios e essas ações demonstram a ligação entre o conhecimento novo e o prévio.

Ademais, é importante ressaltar que mesmo existindo essa ligação entre ambos os conhecimentos, foram devolvidos, devido às pesquisas que surgiram relacionadas a esse tema, numerosos dados que contradizem a suposição de compatibilidade entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano. Numa premissa para uma aprendizagem eficaz existem inúmeras fatores significantes. O entender de Ausubel (1980) preconiza um processo de ensino e aprendizagem com significado. De acordo com a ciência da linguagem, algo significativo tem um significado, um sentido. Por outro lado a aprendizagem do tipo mecânica (ou automática) é definida segundo Ausubel (1982, p. 154) como sendo:

a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada.

Retratando assim de uma relação não efetivada, levando também a memorização de novas informações, ilustrando uma reflexão divergente com o método significativo idealizado pelo próprio autor. Nessa premissa, Richard Phillips Feynman visita o Brasil na década dos anos 50, apresentando alguns posicionamentos à cerca de como se dá o processo de ensino e aprendizagem de física na comunidade acadêmica brasileira, aonde exala diversas críticas, Feynman (1952, p. 209) chega a comentar: "O principal propósito da minha apresentação é provar aos senhores que não se está ensinando ciência alguma no Brasil! " ilustrando questões de destaque importante e que precisariam ser consideradas e pensadas pelos setores acadêmicos e educacionais do país.

Nesse aspecto, esse trabalho tem o objetivo geral de analisar os métodos de aprendizagem empregados na era contemporânea e como Richard Feynman enxerga a realidade do ensino de física. Como objetivos específicos, são elencados: a necessidade de identificar a metodologia contemporânea ativa de ensino e

aprendizagem, e visualizar com clareza o posicionamento e pensamento de Feynman a respeito do ensino de física.

A tipologia da pesquisa realizou-se numa perspectiva de uma abordagem qualitativa. Inicialmente foi feito uma problematização do enfoque atual de ensino e aprendizagem, na qual originou uma necessidade de buscar a visualização mais detalhista do cenário educacional contemporâneo, a partir disto, se iniciou um estudo bibliográfico provido por meio de livros e artigos acadêmicos de alguns dos principais autores que discorrem sobre o fenômeno estudado, e realizou também o intermédio de uma amostra estatística contendo dados recentes no que se diz respeito a questões desmotivacionais relacionado a este panorama de ensino e aprendizagem. A investigação fomentou a elaboração e o manuseio dos instrumentos à luz dos dados, evidenciando com maior fluidez a literatura pertinente, associando, assim, um processo de sincronia entre teoria/dado/teoria.

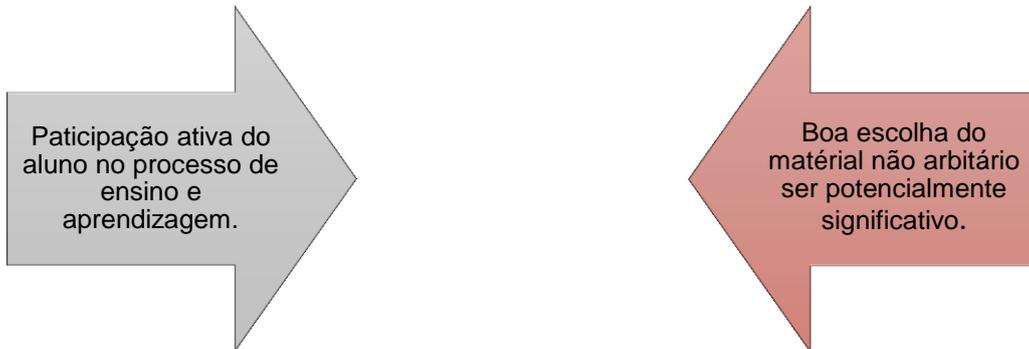
## 2 MATERIAIS, MÉTODOS E PRÁTICAS ATUAIS SOBRE ENSINAR E APRENDER DO ENSINO SUPERIOR

De acordo com Ausubel (1980), a construção do conhecimento, por parte do estudante, não se desenvolve por si mesma e no vazio cognitivo, mas a partir de situações nas quais o indivíduo começa a agir sobre o objeto do seu conhecimento, pensar sobre ele e buscar as respostas da sua vivência. O autor afirma ainda que o corpo do processo de aplicação da teoria significativa está baseado em ideias que são expressas de forma simbólica e que podem ser relacionadas a aspectos relevantes já existentes na estrutura cognitiva dos alunos, como imagem, símbolo, conceito ou proposição, por meio de uma relação não arbitrária na qual o relacionamento não se dê com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com estruturas equiparáveis e assim consiga estabelecer um dialogo substantivo em que se incorpora a estrutura cognitiva do objeto de conhecimento e das novas ideias as estruturas preexistentes e que serão ancoradas formando novos significados.

Ausubel (1980), destaca ainda que o sujeito precisa ter uma disposição para aprender significativamente, independente de quanto o material de aprendizagem possa ser expressivo, se o aluno não tiver motivação para aprender significativamente, o processo de aprendizagem será puramente mecânico e a aprendizagem memorística e esse tipo de aprendizagem traz consigo inúmeros malefícios para o desenvolvimento e internalização de conteúdo por parte dos

estudantes. Assim sendo, para que o processo de aprendizagem significativa seja desenvolvido de forma eficaz, são necessários, de acordo com Moreira (1999, p. 154), duas condições, sendo elas extremamente relacionadas entre si:

Figura 1: Condições para o processo de aprendizagem.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

De acordo com Moreira e Buchweitz (1993), a aprendizagem significativa é desenvolvida quando ocorre um diálogo da nova informação com os subsunçores, ancorado em conceitos e proposições relevantes, que já fazem parte da estrutura cognitiva do educando, a palavra subsunçor não existe na língua portuguesa, mas seu significado seria equiparado a palavras como, por exemplo: inseridor, facilitador ou até mesmo subordinador. Os subsunçores de forma conceitual eles são bases dessa aprendizagem significativa, que permite na qual o sujeito a partir do seu conhecimento de mundo, consiga atribuir significados a novos objetos de conhecimento na qual esteja tendo contato.

Além disso, Pozo (2002) afirma que compreender os conteúdos que são tidos como novos pelos estudantes, assim como foi citado anteriormente, requer um esforço realizado pelo aluno e esse deve tentar observar um motivo para esforçar-se. Diante disso, ainda segundo o autor, essa predisposição do aluno a memorizar os conteúdos está relacionada a muitos aspectos, dentre eles pode ser destacado o fato de que os estudantes não estabelecem relação entre o material, com práticas vivenciadas pelos alunos, isto é, os assuntos aprendidos são descontextualizados.

Já para Coll (2002), a teoria da aprendizagem significativa está diretamente relacionada com a construção de novos significados por parte do sujeito e através do processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a conclusão e o sucesso da aplicação da teoria deve ocorrer quando o estudante, introduzido em um contexto

que exige que ele saiba determinados conceitos aprendidos no decorrer da sua formação acadêmica, consegue atribuir explicação, valor e significados a determinados fatos, ações e procedimentos.

Coll (2002) também destaca que, caso a ação apresentada acima não seja desenvolvida de forma correta, ou seja, o sujeito não conseguiu atribuir significados a determinados fatos estudados no decorrer da sua vida acadêmica, o processo de aprendizagem desenvolvido por ele foi do tipo memorísta, limitando-se assim a utilização do conteúdo apenas em determinado momento. Para Ausubel, Novak & Hanesian (1980), os significados são construídos cada vez que o aluno estabelece relações substantivas entre o que aprende e o que já conhece. Por isso, a maior ou menor riqueza na produção desses significados dependerá das relações que o aluno for capaz de estabelecer.

Destarte, Moreira (1999) destaca que para analisar se o conteúdo ministrado através da teoria da aprendizagem significativa foi aprendido de forma correta, os professores podem formular questões e problemas com uma forma nova de apresentação e que requeira transformação do conhecimento aprendido, ou ainda, o professor pode pedir que o aluno explique com as próprias palavras, por meio de verbalização, ou texto escrito, os novos conhecimentos adquiridos, a partir disso será possível identificar se ele memorizou o assunto ou aprendeu.

Entrelaçado com esse pensamento, Ausubel (1980), afirma que o enunciado do problema questionado pelo professor com a função investigativa, deve ser claro e significativo ao aluno e, para que se compreenda o problema, é preciso ser capaz de perceber o significado que suas proposições comunicam.

Nesse sentido, as proposições que se relacionam ao problema se estruturam de acordo com a problemática evidenciada e são de background, ou seja, consistem em aspectos relevantes do conhecimento prévio, as quais têm relação com o problema em questão. (AUSUBEL, 1980).

Essa ponte desenvolvida pelo professor para facilitar a ligação entre o conteúdo ministrado e o sujeito, é chamada, de acordo com Ausubel (1980), de organizador prévio, e pode ser: um texto introdutório do assunto, uma atividade ou uma sequência didática, desde que essa consiga fazer o aluno relacionar os conhecimentos novos com os antigos. Vale ressaltar que esse organizador não substitui os conhecimentos necessários para discutir o novo conceito. Assim se o aprendiz não tiver os conhecimentos necessários, o novo conceito não será aplicado

de forma correta e, essa ação, constatará o problema na teoria da aprendizagem significativa.

Além disso, é importante destacar que, além do problema supracitado, a teoria da aprendizagem significativa falha também por causa dos conteúdos prévios que são internalizados, de forma concisa, no subconsciente dos sujeitos. Portanto mesmo que o processo de aplicação da teoria tenha sido desenvolvido de forma correta, os alunos, assim como qualquer indivíduo, interpretam qualquer situação ou conceito que lhes for apresentado a partir de seus conhecimentos prévios. Dentro dessa perspectiva, torna-se importante analisar ao longo desta obra a compatibilidade entre o conhecimento científico e o cotidiano, ou seja, o conhecimento desenvolvido e manuseado nos ambientes acadêmicos, e o senso comum.

O conhecimento significativo, de acordo com Nuñez (2011) diz respeito ao

baixo nível do conhecimento profissional dos futuros professores de ciências naturais (sobre a aprendizagem significativa) se explica pela dispersão semântica do termo significativo no contexto da educação escolar e pela insuficiência da formação inicial.

Para muitos mestres, tudo é necessário e significativo, com essência de ser importante, no momento que se coloca diante do alunado, e compete ao próprio entender. Entretanto, no caso de poucas análises podem ser executadas, como: o que vem a ser relevante ensinar? As maneiras que determinam para o alunado ver o que realmente é importante? E ainda o que impulsiona um conteúdo com sentido? Médico, empenhado na Psicologia da Educação, David Ausubel, estabelece determinadas situações precisas de aprendizado relevante e significativo. Em sua concepção, são necessários instrumentos que potencializem uma conexão com conhecimentos inovadores.

Nesse sentido, existe uma construção cognitiva de quem está aprendendo, em suma, na busca de um aprendizado significativo. Na concepção de Ausubel, são bem-conceituados os fatores de aprendizagem, partindo de um ponto principal dos conceitos de subsunçores, sendo uma nova perspectiva que abrange a sustentabilidade para executar a incorporação entre a comunicação daquilo que o aluno já tem no seu conhecimento.

O procedimento de interação que acontece está associado à concepção de que o conhecimento não é estático, por meio de uma continuidade de

desenvolvimento de novos dados que são gradativamente distintos, com reestruturação, de acordo com o desejo do estudante aprender.

Uma tese de edificação de novas perspectivas com fundamento em informações já existentes vem sendo assídua em várias vias de estudos, pois na visão de Rodríguez, Caballero e Moreira (2011, p. 13):

Em Kelly (1963) o elemento fundamental é o de construto pessoal, de onde o sujeito aprende, ou gera novas construções, a partir do que ele já havia construído. Em Johnson-Laird's (1983), a construção chave é a do modelo mental, da qual se deduz que o sujeito constrói novos modelos mentais a partir da recursão de modelos anteriores, a partir de primitivas conceituais e da percepção. Vergnaud (1990) também usa o conceito de esquema, mas seus esquemas têm invariantes operativos que são constituídos em conhecimento implícito, tendo grande influência na construção de novos esquemas e novos conceitos.

E, em síntese, por momentos regulares, o alunado começa a obter uma interpretação significativa da informação, até o momento que novas informações sejam expostas (RODRIGUEZ; CABALLERO; MOREIRA, 2011), dessa maneira pode se entender que o estudante não é um elemento vazio a ser completado por meio de informações, tendo em vista que através de suas experiências e convivências com inúmeros assuntos, já vem construindo informações relacionadas.

## 2.1 Sobre os professores e o ensino de Física

A forma como os professores de Física são vistos, mediante sua prática, é algo que merece atenção. Foi preciso esta abordagem citada anteriormente para atentar sobre a visão do Feynman em relação ao processo de ensino e conhecimento dos docentes, sendo visto no introdutório de sua obra intitulada “Lições de Física de Feynman”, na qual, orientou aos diversos educadores que: “em primeiro lugar, descubra por que quer que os alunos aprendam o tema e o que quer que saibam, e o método resultará mais ou menos por senso comum”. (FEYNMAN, 2008, p. xii).

Entendido que para cada mente se tem uma aquisição de aprendizagens peculiares, de tal forma que o indivíduo executará as conexões com o tema desconhecido de maneira diferente. Feynman expõe uma perspectiva comum e fácil de ser executada pelos educadores, a qual apresenta os assuntos sem indiferença das manifestações da natureza, ou seja, não mostrar um assunto por meio só de fórmulas e acontecimentos inadmissíveis.

Com essa visão, mencionou um acontecimento ao participar de uma aula na Universidade de Engenharia, sendo relatado pelo educador o assunto sobre a equivalência entre os corpos compatíveis de torques similares, atuando sobre os mesmos onde pode se realizar acelerações iguais.

Era notório em Feynman que o educador se referia aos momentos de inércia dos corpos, contudo, o professor não apresentava a visão de uma análise comparativa dos fenômenos. Por fim, os educandos não compreenderam basicamente uma manifestação natural ocasionada por um momento de inércia de um corpo. (FEYNMAN, 2006. p. 207).

### 2.1.1 Sobre os alunos e a aprendizagem de Física

No que tange aos conteúdos do dia a dia dos educandos, se pode observar, por exemplo, a maneira como as leis de Newton atuam em nossos corpos no interior de um ônibus, como também o discernimento do empuxo ao pretendermos afundar uns corpos num fluido característico. Dessa maneira, por meio de atividades práticas, conseguiríamos as competências de auferir as vivências experimentadas pelos educandos.

A esse respeito, segundo Baretta *et al.* (2011, p. 12):

a exemplificação de qualquer conhecimento é fundamental para a compreensão da sua relação com o mundo em que vivemos e a falta dela fortalece a memorização de definições em detrimento da reflexão, já que a visualização dos fenômenos pode tornar-se algo distante dos alunos, fazendo parecer difícil entender a sua descrição teórica.

Uma segunda vertente para a teoria da aprendizagem de Ausubel depara-se com instrumentos priorizados para obter a aprendizagem significativa, sendo um material relevante que não é associado a instrumento distante, sendo de grande facilidade e com menos complexidade.

Nesta abordagem de instrumentos relevantes, os livros ou mecanismos que tenham a mesma finalidade teórica, poderão ser conectados com as aprendizagens cognitivas que ancoram conceitos relevantes existentes na cognição e na estrutura cognitiva dos aprendizes.

Ainda que exista algo que seja alicerçado a partir da expectativa de ser significativo para o aluno, quando não acontece uma adequação desse conteúdo, o

processo de ensino e aprendizagem não terá eficácia, decorrendo em uma aprendizagem estritamente mecânica.

Portanto, Moreira (2013, p. 2) explica que:

um material instrucional (um livro, por exemplo) será potencialmente significativo se estiver bem organizado, estruturado, aprendível, e se o aprendiz tiver conhecimentos prévios que lhe permitam dar significados aos conteúdos veiculados por esse material.

Citando ainda como exemplo um método aplicado para descrever campos magnéticos e correntes elétricas, ao invés de ser empregando somente a explanação Física ou Matemática, se pode usar um instrumento como uma bússola, ou até mesmo uma ferramenta mais simples como um aparelho celular, ou, até mesmo, aplicar um material isolante sendo feito por papéis de alumínio. Sendo uma metodologia que atua na percepção com mais clareza.

Numa convenção em 1952, Feynman ministrou uma conferência ao debater com ênfase e, sendo extremamente crítico em relação aos objetos de ensino e aprendizagem que o Brasil utilizava, com ausência de eventos da realidade, falta de informações empíricas e teses explanadas sem a atenção devida para relacionar aos fatos da realidade. (FEYNMAN, 2016).

Feynman explanava nos seus ensinamentos que a Física deixasse de ser um depósito de informações particulares, passando a ser um complexo especificado de concepções sobre esta. Nos livros didáticos são apresentadas inúmeras descrições de fenômenos, explanando a Física na sua realidade. Na sua obra, "Feynman aborda sobre a relação das áreas junto a Física, não se limitando as ciências naturais, incorporando a biologia e a geologia, assim como a psicologia também, até com aplicações análogas". (FEYNMAN, 2008, p. 3).

Às vezes, quando o estudante não dá importância a um tema específico, pode não estar o relacionando com outro conteúdo, devido à ausência de subsunções particulares. Ainda que o aluno, mecanicamente, tenha as conceituações de um momento de inércia, quando se depara com uma bolinha com rotação no momento que segue o curso de uma descida em um evento e não tenha a capacidade de associar à Física, todo seu aprendizado será simplesmente composto por informações de momentos curtos, instantâneo e temporário.

Algumas pesquisas estatísticas recentemente realizadas em toda a federação brasileira averiguam e fornecem algumas informações e amostras percentuais de

como anda o desempenho educacional por parte dos estudantes da rede pública de ensino, ilustrando para a população e comunidade geral, uma reflexão acerca das dificuldades atuais nas quais o país se encontra, e que é sempre impactada por novas políticas educativas, e medidas adotadas nos períodos passados.

Figura 2: Informação recolhida do Portal Politize, demonstrando a distorção da idade-série.



Fonte: politize: a realidade e os desafios da educação brasileira

### 2.1.2 Métodos e práticas atuais do ensino superior

Na modernidade, é nítida a necessidade de que professores da rede superior possam atuar para construir uma metodologia com capacidades e objetivos de estruturar o alunado a partir de uma formação crítica social. Nesta premissa, é imprescindível que aconteça uma permutação dos procedimentos tradicionais de ensino por métodos ativos de aprendizagem, com objetivo de aplicá-los através de mecanismos didáticos na atuação do professor.

É relevante mencionar que o docente universitário revise a técnica pedagógica, de maneira que componha uma organização com todo o corpo da sala, interligando o assunto com a experiência dos universitários, associando-os e tendo

compromisso com a disciplina. Para Castanho (2000), a situação socioeconômica e política que acontece universalmente na atualidade, acarretam relevantes alterações nas categorias da atuação dos seres humanos.

A aprendizagem no Ensino Superior se encontra determinado quando o professor decide compartilhar o procedimento didático com os universitários, corroborando de maneira ativa com o objetivo de explorar a aptidão autônoma intelectual.

O maior desafio do docente no Ensino Superior é fazer com que o acadêmico tenha uma participação efetiva nas discussões de sala de aula. A prática pedagógica no Ensino Superior deve ser encarada com muita seriedade. Requer posturas e comprometimentos com um processo que eduque para a autonomia do acadêmico, mediado pelo professor. Somente uma educação que tenha como princípio a liberdade, poderá auxiliar na construção de uma sociedade mais humanizada. (DEBALD, 2003, p.1).

Para Debald (2003) é notório que a complexidade não se encontra no assunto, e sim afeta diretamente a perspectiva metódica, na qual o professor tem plena autonomia sobre o assunto.

No que tange aos Métodos Ativos, se deve aperfeiçoar o procedimento de aprender, aplicando as vivências com a realidade, com o objetivo de resolver obstáculos que associem com a prática social (BERBEL, 2011).

Ressalta que o âmbito escolar se absorve numa escassez, como também numa infinita guerra para sobreviver no cotidiano, com a maximização dos conflitos da sociedade, neste sentido o aluno não se encontra com capacidades suficientes para saber enfrentar e intervir nos problemas que surgem, evidenciando as condições que são vistas. (CANDAU, 1991).

Paulo Freire (1996) preconiza que o sujeito seja inserido de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem, com o propósito de que aconteça a educação dos alunos a partir de situações problematizadas, com uma postura majoritariamente crítica invocando uma relação do sujeito com o objeto como forma de uma conscientização, ultrapassando desafios, como também o levantamento de novos princípios a partir de vivências antecedentes, para dar estímulo aos novos conhecimentos na sua aprendizagem. De acordo com Bastos (2006, p.10):

o conceito de metodologias ativas se define como um “processo interativo de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema.” Ainda segundo o autor docente deve atuar como um facilitador, para que o

estudante faça pesquisa, reflita e decida por ele mesmo o que fazer para alcançar os objetivos.

A ação de Problematizar, de gerar o questionamento e as dúvidas, aplicadas através das metodologias ativas como mecanismo didático do ensino-aprendizagem, tem como intuito alcançar e incentivar o aluno, e, este, no momento em que se depara com uma situação problemática, deverá analisar, raciocinar, e, dessa forma, estimular a promoção de redefinições em suas explorações.

Assim como um mecanismo didático de importância superior, as metodologias ativas atuam beneficiando o processo de ensino e aprendizagem. Estas metodologias ativas são responsáveis por instigar a observação, sendo uma forma de incorporar a teorização e buscar novos componentes (BERBEL 2011). De acordo com o mesmo autor, a incorporação dessas metodologias irá beneficiar a autonomia do educando. Discutindo sobre a autonomia, Paulo Freire (2007, p.20), afirma que:

o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros. Para ele o docente que desrespeita a curiosidade do aluno, a sua inquietude e sua linguagem, transgredem os princípios fundamentalmente éticos de nossa existência.

As formas de Metodologias Ativas são numerosas, com fins de autonomia, pois “o conhecimento e o domínio das estratégias é uma ferramenta que o professor maneja de acordo com sua criatividade, sua reflexão e sua experiência, para alcançar os objetivos da aprendizagem (ABREU; MASETTO, 1990).”

Quão sejam as inúmeras maneiras metodológicas ativas neste sentido existe também a precisão de entender a forma mais eficaz de aplicar no exercício da aula por meio das metodologias, fazendo a melhoria de uma formação crítica para atender as necessidades sócias educacionais contemporâneas.

O ensino superior como mecanismo educativo e instrutivo no desenvolvimento crítico do aluno pode ser abstraído por meio das seguintes metodologias ativas: (Aprendizagem baseada nos problemas - PBL) e os Grupos operatórios.

2.1.2.1 O processo avaliativo no ensino superior e sua relevância no desenvolvimento dos discentes

Para Vasconcellos (1994, p.45) “avaliação escolar é, antes de tudo, uma questão política, ou seja, está relacionada ao poder, aos objetivos, às finalidades, aos interesses que estão em jogo no trabalho educativo”. Desse modo, antes de falar sobre a funcionalidade da avaliação no Ensino Superior, se precisa entender as funções desse ensino na sociedade moderna.

Fundamentado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN), promulgada no dia de 20 de dezembro de 1996 (Lei nº 9394) houve uma ampliação do ensino superior, se estabelecendo mais independência as universidades. Diante dos propósitos da educação superior estão estabelecidas na reforma (LDBN, cap. IV, Art. 43).

1. Estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
2. Formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;
3. Incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;
4. Promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
5. Suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;
6. Estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;
7. Promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição. (BRASIL, 1996).

Entretanto, as instituições de ensino devem ter em suas funcionalidades o papel de promover, nos universitários, a construção de algumas capacidades e habilidades, como a independência, a autonomia na procura do conhecimento e, assim como, a capacidade de analisar, discutir e buscar informações para tomar decisões e tirar conclusões, de maneira a instigar a “aprendizagem permanente” (SUHR, 2012).

Deste modo, o dever das instituições de Ensino Superior é que sejam capazes de contribuir para um desenvolvimento acadêmico crítico, com autonomia e reflexão dos educandos em processo de construção acadêmica. Nesta mesma iminência, é relevante que seja obrigação das instituições de ensino superior,

propiciar aos universitários, acima de um desenvolvimento a base de teorias e práticas na sua esfera de estudo, o desenvolvimento do senso crítico.

Dessa forma, lhes propiciando uma formação com condições de participarem efetivamente de uma sociedade na qual estejam incorporados. Na perspectiva de Suhr (2012, p. 70), “a avaliação burocratizada e pouco significativa que ainda predomina nas instituições de ensino”. Saliendo que a sistematização de ensino precisa ter a consciência que o ato de avaliar o aluno não deve ser concedido através de notas.

Na visão de Vasconcelos (1994), o professor crê “que a nota é um estímulo para aprendizagem ou é ingenuidade ou é mal disfarçada defesa ideológica de uma postura autoritária” e para entender melhor, na perspectiva de Vasconcelos vemos abaixo a diferença de nota e avaliação.

Avaliação é um processo abrangente da existência humana, que implica uma reflexão crítica sobre a prática, no sentido de captar seus avanços, suas resistências, suas dificuldades e possibilitar uma tomada de decisão sobre o que fazer para superar os obstáculos. A nota seja na forma de número (ex.: 0-10), conceito (ex.: A, B, C, D) ou menção (ex.: Excelente, Bom, Satisfatório, Insatisfatório), é uma exigência formal do sistema educacional. (VASCONCELLOS, 1994, p. 43).

As aulas experimentais, na sua totalidade, determinam uma característica estimulante nas duas visões, tanto do aluno quanto do educador, aguçando a curiosidade e promovendo as conexões com a teoria. Oliveira (2010) estabelece que para o processo avaliativo, associado a atividades experimentais, se torne positivo e eficaz, o educador precisa entender as diferenciações dos exercícios experimentais como exercícios com demonstração, análises para que atinja a melhor aplicação. Determinado por Oliveira (2010, p. 147):

as atividades experimentais podem ser organizadas de diversas maneiras, desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam a criatividade dos alunos e proporcionam condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos.

### 2.1.2.2 A visão de Feynman acerca do ensino de Física no Brasil

Richard Feynman (1918-1988) é considerado como um dos físicos americanos dos mais brilhantes de todos os tempos. Entre os anos de 1951 e 1952, Richard Feynman recebeu convite para ministrar aulas no território brasileiro, onde estão relatadas suas experiências em seu livro intitulado “O Sr. está brincando, Sr. Feynman- As estranhas aventuras de um Físico excêntrico”.

Feynman descreve sobre sua insatisfação diante de um ensino completamente automático, no qual o corpo docente ordenava suas regras e o corpo discente meramente as copiavam, refaziam o que eram ordenados, não se encontravam competências de exemplificar ou utilizar algo no dia a dia do que era passado na sala de aula. Onde o que ele conseguiu escrever nas suas experiências acadêmicas vividas na década de 1950 ainda continua na modernidade.

Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer. Quando eles ouviram “luz que é refletida de um meio com um índice”, eles não sabiam que isso significava um material como a água. Eles não sabiam que a “direção da luz” é a direção na qual você vê alguma coisa quando está olhando, e assim por diante. Tudo estava totalmente decorado, mas nada havia sido traduzido em palavras que fizessem sentido. (FEYNMAN, 1985, p. 2).

Nesta premissa, no momento em que os estudantes não têm a condição de relacionar o entendimento científico que foi passado nas aulas com momentos do dia a dia, não podendo correlacionar tanto com o local de trabalho, quanto com um momento no ônibus da escola, se tornam simples copiadores de conhecimentos sem fundamento, se tornando analfabetos científicos.

Nesse contexto, para Paulo Freire (1996, p.52) “ensinar não é meramente transferir o conhecimento, mas é criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Ainda neste sentido, se questiona se o procedimento de avaliação consegue colaborar para um ensino de Física que contribua para o desenvolvimento dos discentes. (VASCONCELLOS, 1994).

As observações, juntamente com a transformação de mentes em relação ao professor são conectadas a uma alteração em suas técnicas de ensino e aprendizagem. Então, a responsabilidade do educador torna a ser em relação a aprendizagem com todos os educandos.

O Ensino de Física, seja ele em fase básica ou superior ainda perdura numa realidade que acumula memórias, sendo assim estabelecido como um conhecimento partilhado, parcelado e estável. O Ensino da Física não pode ser um conhecimento definitivo para os educandos, pois sabemos que a natureza não é permanente e nem definitiva.

É sabido que inúmeros professores acentuam, com grande destaque, os estudos de exercícios simplesmente algébricos, que não levam os alunos ao estímulo do senso crítico ou a indagarem por qual motivo estão analisando um fenômeno específico ou de qual forma será aplicado o conhecimento em seu ambiente.

Ainda assim, o ato de avaliar na disciplina de Física, várias vezes, se coloca como o mais conhecido propósito que é “estudar para passar”, sendo uma avaliação tradicional baseada na memorização de conteúdos algébricos. Dessa forma, tudo se memoriza como: conceituações, normas, exceções de normas e outros.

Na visão de Richard Feynman, na maioria das situações, os alunos não entendem nem ao menos uma frase do que foi memorizado. Relato descrito por Feynman (1985) no qual explica uma conferência realizada na faculdade de Engenharia onde explana um exemplo dessa condição:

A palestra foi assim: “Dois corpos... são considerados equivalentes... se torques iguais... produzirem... aceleração igual. Dois corpos são considerados equivalentes se torques iguais produzirem aceleração igual”. Os estudantes estavam todos sentados lá fazendo anotações e, quando o professor repetia a frase, checavam para ter certeza de que haviam anotado certo. Então eles anotavam a próxima frase, e a outra, e a outra. Eu era o único que sabia que o professor estava falando sobre objetos com o mesmo momento de inércia e era difícil descobrir isso. Eu não conseguia ver como eles aprenderiam qualquer coisa daquilo. Ele estava falando sobre momentos de inércia, mas não se discutia quão difícil é empurrar uma porta para abrir quando se coloca muito peso do lado de fora, em comparação quando você coloca perto da dobradiça – nada! Depois da palestra, falei com um estudante: “Vocês fizeram uma porção de anotações – o que vão fazer com elas?” – Ah, nós as estudamos, ele diz. Nós teremos uma prova. – E como vai ser a prova? – Muito fácil. Eu posso dizer agora uma das questões. Ele olha em seu caderno e diz: “Quando dois corpos são equivalentes?” E a resposta é: “Dois corpos são considerados equivalentes se torques iguais produzirem aceleração igual”. Então, você vê, eles podiam passar nas provas, “aprender” essa coisa toda e não saber nada, exceto o que eles tinham decorado. (FEYNMAN, 1985, p. 3).

Entretanto, há a necessidade de procurar descrever contextos com conhecimentos físicos associados a teorias e práticas, para proporcionar ao estudante acadêmico uma associação de aprendizagens obtidas nas aulas

conectadas aos momentos do nosso cotidiano. De acordo com Coelho (2008, p. 2.), o procedimento avaliativo é significativo para o sistema de ensino, não obstante, seguindo do instante que acontece o raciocínio do que é explicado e instruído.

Feynman relata sobre conflitos que se deparou ao ensinar Física na América Latina. Por conseguinte, a partir dos posicionamentos tomados por Richard Feynman pode se explicar as relevantes causas nas quais é significativo ministrar Física:

- a) A Física é um conhecimento de ciência fundamental, em que é aplicada em várias outras ciências e nas funcionalidades de atuações das tecnologias;  
Como uma ciência, compreende a natureza, explica o funcionamento das coisas, nesta singularidade, focaliza a função dos instrumentos de inúmeras variações, que são elaborados por profissionais da tecnologia, tanto modernas quanto futuras. Todavia, para os que entendem a Física terão mais habilidades para tratar problemas tecnológicos que aparecem no ramo das indústrias do setor.  
Na prática, expõe-se que nos estágios de aperfeiçoamento industrial que compreendem na América Latina.
- b) A Física instrui como operar muitas coisas, com suas variações de utilidades e técnicas, de cálculos e medidas, em inúmeras esferas. Na visão de Feynman seria essencialmente significativo para a América Latina aperfeiçoar a idoneidade metodológica dos indivíduos do local; o método de trazer importar profissionais especializados não era cabível para a resolução apropriada;
- c) A ciência faz-se de uma significância integrada nos costumes. No que tange a Física ela é importante “pela ciência em si”, devido seu aprimoramento da informação na sua totalidade e, também, nas contemplações dos encantamentos e sublimidades que é concedido pela natureza;
- d) A função da Física é explicar como tudo pode ser encontrado, tendo a propor a importância de perguntar e também de conseguir a autonomia de raciocínio;
- e) Ainda, a Física desperta o ser investigativo, o processo de aprender na base de tentativas e erros, assim expõe a relevância da liberdade de pensar, que apresenta amplitude de sua valorização para os indivíduos em todo setor.

Através de pesquisa mais ampla que Feynman objetivou para a América Latina, com fundamentação na sua vivência como educador no Brasil, exibiu os mais importantes aspectos e as complicações que lhe eram transparentes no ensino de Física, sendo determinante no processo de ensino e aprendizagem o método de memorizar.

Feynman descreve inúmeras vivências que aconteceram com educandos da UB onde colocaria nas suas publicações; o que lhe chamou bastante atenção era que os educandos se isolavam sem interagir e nem debater com os outros alunos; como também a ausência de se sentir livres no âmbito acadêmico, ocasionando a proibição dos alunos de trocar de setor ou até mesmo de laboratório; sendo vista também que há pequena preocupação com os alunos que não vão seguir a carreira de cientistas.

Outro aspecto relevante da América Latina foi que poucos alunos se interessavam na participação de tarefas científicas, dessa forma, transformando suas próprias organizações menos valorizadas e instáveis; onde os educandos devem se locomover de seus territórios para fora do país.

### 3 METODOLOGIA

A tipologia da pesquisa foi realizada na perspectiva de uma abordagem qualitativa. Inicialmente foi feito o estudo bibliográfico dos autores que discorrem sobre o fenômeno estudado. Com destaque para a forma como Ausubel disserta sobre teorias da aprendizagem, além da visão de Feynman acerca do ensino de Física no Brasil. A investigação fomentou a elaboração e o manuseio dos instrumentos à luz dos dados, evidenciando com maior fluidez a literatura pertinente, associando, assim, um processo de sincronia entre teoria/dado/teoria para compreender os fatores histórico, social, teórico e as manifestações que interferem na produção dos conhecimentos sobre o assunto do tema. A técnica utilizada para a recolha de dados foi a bibliográfica.

Mediante isso, salientamos a importância, neste trabalho, do rigor no procedimento de coleta de informações teóricas, objetivando finalidade exclusiva de estudo científico. Assim, delineamos o presente estudo segundo caráter qualitativo, pois entendemos “que é necessário compreender as interpretações que os atores sociais possuem do mundo, pois são estes que motivam o comportamento que cria o próprio mundo social” (BAUER & GASKELL, 2002, pp. 32-33).

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas: **análise situacional** (diagnóstico) de artigos, livros e textos que abordavam a obra de Feynman. Na etapa do **planejamento** foram organizados resumos, resenhas e fichamentos sobre as temáticas elencadas nessa pesquisa.

Ao final, analisamos a literatura da metodologia ativa em conjunto aos posicionamentos de Richard Feynman para o processo de ensino e aprendizagem de física, considerando as seguintes estratégias: promover ao aluno pensar por meio do seu conhecimento de mundo físico; a partir da leitura e da interpretação dos problemas e desenvolver procedimentos e atitudes na construção de conceitos físicos.

Por fim, salientamos que, embora traçando um plano imbuído da pretensão de ser coerentes e factíveis no cumprimento dos objetivos pretendidos, temos em conta a necessária flexibilidade em tais previsões, em virtude do entendimento de que o realizar da pesquisa contempla ajustes, aperfeiçoamentos e prováveis redirecionamentos.

#### 4 CONCLUSÃO

O que pretendemos com este trabalho foi apresentar esta literatura riquíssima a respeito das metodologias ativas em conjunto ao pensamento de Richard Feynman sobre ensino de física, tendo em vista, o valor potencial metodológico para o processo de ensino e aprendizagem, estabelecendo assim, uma relação de intermédio e performance com o posicionamento e pensamento defendido por Richard Feynman como processo literal para que desempenhe um melhor ensino de física, de forma, mais autêntica e formativa, dando escalabilidade para a aprendizagem de conhecimento físico por parte dos estudantes. Dado o espaço exíguo dessa apresentação, nosso trabalho se contentou em subjazer o sentido coerente da aprendizagem significativa em conjunto ao pensamento de Feynman, como proposta para contribuir e promover a veiculação de informações a fins de conscientizar e instigar o senso crítico do leitor de como deve ser objetivado e ofertado o ensino de física.

Evidenciamos que a literatura apresenta um leque abundante de métodos para a pesquisa, tanto qualitativas quanto quantitativas. E, por fim, acreditamos que, mesmo tendo em mente um ideal do que seja ensinar física e para quê se deve ensinar, é imprescindível que nos amparemos nesse referencial potencialmente significativo a auxiliar a nossa perspectiva de visão de ensino de física. Dessa forma, a abordagem teórica na qual aqui foi discutida, acreditamos sim, que ela pode ser uma ferramenta informativa para desenvolver no aluno uma reflexão crítica sobre um ensino de física, que se dedique a uma formação integral do indivíduo enquanto ser humano capaz de aprender.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R. M. R. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais.** Tese de Doutorado. Campinas: FE/UNICAMP, 1976.
- AUSUBEL, D.P. *The psychology of meaningful verbal learning.* New York: Grune & Stratton, 1963.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.
- AXT, R. **0 Conceito de Calor nos Livros de Ciências.** Caderno Catarinense do Ensino de Física, 6(2), p.128 - 142, 1989.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem:** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1993.
- CACHAPUZ, A. et al (Org.). A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
- COELHO, F. J. F. **A avaliação de Ciências Físicas a partir de uma perspectiva transformadora.** Revista Iberoamericana de Educación, Rio de Janeiro, v. 3, n. 47, p.1-4, 25 out. 2008.
- FEYNMAN, R. **Ensino de Física no Brasil segundo Richard Feynman, Extraído do livro “Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!”.** [S.l: s.n].
- FEYNMAN, R.B. LEIGHTON E M. SANDS, *The Feynman Lectures on Physics* (Addison-Wesley, Boston, 1965).
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** COLEÇÃO LEITURA. SÃO PAULO: PAZ E TERRA, 1996.
- HARRES, J.B.S. **Um Teste para Detectar Concepções Alternativas sobre Tópicos Introdutórios de Ótica Geométrica.** Caderno Catarinense do Ensino de Física, 10(3), p. 220 - 234, 1993.
- ILDEU DE CASTRO MOREIRA, *Feynman's Activities in Brazil: On Quantum Electrodynamics and Physics Teaching* (2018). L. Mlodinow, O arco íris de Feynman (Sextante, Rio de Janeiro, 2005).  
Jornal do Brasil, 7 julho, p. 32 (1963)

KUHN, T., **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 3ª ed., (Perspectiva, São Paulo, 1992).

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; UEHARA, F. M. G. **Aprendizagem significativa e o conhecimento profissional de futuros professores de ciências naturais**. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 3, p. 12–24, 2011.

PACCA, J.L.A; VILLANI, A.; HOSOUME, Y. **Conceitos Intuitivos e Conteúdos Formais de Física: Considerações**. Publicações, Sao Paulo, Instituto de Física — 1FUSP, 1983.

PINHEIRO, T.F. **Aproximação Entre a Ciência do Aluno na Sala de Aula da 1 Série do 2 Grau e a Ciência dos Cientistas: Uma Discussão**. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis - SC, 1996.

POZO, J. I. (2002) **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed.

R.P. FEYNMAN E A. HIBBS, **Quantum Mechanics and Path Integrals** (McGraw Hill, New York, 1965).

R.P. FEYNMAN, **'Está a brincar, Sr. Feynman!': Retrato de um Físico Enquanto Homem** (Gradiva, Lisboa, 1998).

SAUJAT, F. O trabalho do professor nas pesquisas em Educação: um panorama. In: MACHADO, A. R. (Org.). **O ensino como trabalho**: Londrina: Eduel, 2004.

SILVA, D. et alli; **"Ensino da Distinção entre Calor e Temperatura: Uma Visão construtivista."** In: *Questões Atuais No Ensino de Ciências*. Ed. Escrituras- São Paulo, p.61-75, 1998.

SILVEIRA, F.L. & MOREIRA, M.A. **Validación de un Test para Verificar si el Alumno posee Concepciones Científicas sobre Calor, Temperatura y Energia Interna**. *Ensetiaza de las Ciencias*, 14(1), p.75-86, 1996.

SUHR, I. R. F. **Metodologia do Ensino na Educação Superior: Processo Avaliativo no Ensino Superior**, [S.I]: Editora Inter Saberes, 2012.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

VASCONCELLOS, C. S. **Avaliação: concepção dialética-libertadora do processo de avaliação escolar**. 4º. ed. São Paulo: Libertad, 1994.

ZYLBERSZTAJN, A **\_Concepções Alternativas em Física:** Exemplos em Dinâmica e Implicações Para o Ensino. Revista de Ensino de Física, 5(2), 3-16, 1983.