

# PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE FÍSICA

João Batista da Silva<sup>1</sup>

José Ademir Damasceno Júnior<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho é parte de uma pesquisa desenvolvida em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) na linha de pesquisa “Ensino de Física”. O objetivo principal foi descrever as principais características de uma sequência didática, denominada de Procedimento Cognitivo Metodológico de Aprecensão (PCMA). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma descrição do PCMA, o qual foi proposto para o ensino de Física numa perspectiva construtivista. A sequência didática é dividida em cinco etapas: consolidação dos conhecimentos prévios; conscientização de conflitos empíricos; constatação das concepções alternativas; comparação com as teorias científicas; e convergência para mudança conceitual. Espera-se que este trabalho possa trazer contribuições para a qualidade do ensino de Física, considerando o tempo que é destinado para o ensino dessa disciplina.

**Palavras-chave:** Didática. Ensino de Física. Aprendizagem.

## COGNITIVE METHODOLOGICAL OF APPREHENSION PROCEDURE: A DIDACTIC SEQUENCE FOR PHYSICS EDUCATION

**Abstract:** This work is part of a research developed at a master's level with the Graduate Program in Science and Mathematics Education (PGECEM) of the Federal Institute of Education Science and Technology of Ceará (IFCE) in the research line "Physics Education" with the main objective of describing the main characteristics of a didactic sequence, called the Cognitive Methodological of Apprehension Procedure (PCMA). In this sense, the objective of this work is to present a description of the PCMA, which was proposed for physics education in a constructivist perspective. The didactic sequence is divided into five stages: consolidation of previous knowledge; awareness of empirical conflicts; verification of alternative conceptions; comparison with scientific theories; and convergence for conceptual change. It is hoped that this work can bring contributions to the quality of physics education, considering the time that is destined to the teaching of this discipline.

**Keywords:** Didactic. Physics Education. Learning.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

<sup>2</sup> Graduado em Física pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Especialista em Gestão da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Professor da Secretaria de Educação Básica do Ceará (SEDUC). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente ensinar Física na Educação Básica é um grande desafio. Moreira (2017) destacou alguns desses desafios para o ensino da Física na educação contemporânea: o ensino centrado no docente e não no aluno, as más condições de trabalho e o reduzido número de aulas. Além desses desafios, Silva, Sales e Alves (2018) enfatizam que urge o desenvolvimento de uma didática específica da Física que possa contribuir com o ensino e a aprendizagem desta disciplina, e que de forma geral possa prever e controlar as ações dos estudantes mediante a ação intencional do professor.

Diante dessa problemática, surge, portanto, a necessidade de desenvolver estratégias e iniciativas que possam contribuir para minimizar uma pequena parte desta situação. Nos últimos anos, umas das estratégias que tem surgido é a elaboração de sequências didáticas para facilitar o ensino de Física, como por exemplo, o Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA).

Inicialmente, o PCMA foi idealizado/proposto por Sales (2005) para o ensino de Física Moderna e Contemporânea, e posteriormente foi adaptado e implementado por Silva *et al.* (2015) para o ensino de óptica geométrica.

O PCMA é composto por cinco etapas: consolidação dos conhecimentos prévios; conscientização de conflitos empíricos; constatação das concepções alternativas; comparação com as teorias científicas; e convergência para mudança conceitual. Esta sequência é uma estratégia de ensino/aprendizagem baseada em conflitos cognitivos observáveis pelo aluno e fundamentada essencialmente no modelo de ensino construtivista centrado no aluno, considerando, assim, que o mesmo deve passar a ser “um ser ativo que gerencia sua própria aprendizagem: pensando, articulando ideias e construindo representações mentais na solução de problemas, constituindo-se gerador de seu próprio conhecimento” (SALES, 2005, p. 16).

Nesse sentido, considerando as sugestões de Silva *et al.*(2015), este artigo tem como objetivo descrever as principais características do PCMA e suas implicações no processo de ensino de Física.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 são abordados alguns aspectos relacionados à aprendizagem na perspectiva construtivista; na seção 3 é realizada a descrição do PCMA; por fim, na seção 4 são apresentadas as considerações finais.

## **A APRENDIZAGEM NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA**

O precursor da linha construtivista foi Piaget, que apesar de propor suas ideias na década de 30, sua teoria só conquistou um maior espaço na área educacional a partir da

década de 80 após o declínio do comportamentalismo. Apesar da teoria Piagetiana não ser necessariamente uma teoria da aprendizagem, mas, uma teoria de desenvolvimento mental, ela tem influenciado muitos educadores, incluindo os responsáveis pelo ensino de Física, principalmente por mostrar como ocorre o desenvolvimento de concepções sobre o mundo físico de forma espontânea (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Segundo Valadares (2011), a palavra construtivismo é polissêmica, e, por isso, ao longo do tempo, foi objeto de interpretações confusas e incoerentes, acarretando diversas variantes de construtivismo como: pessoal, social, contextual, dialético, empírico, racionalista, pragmático, cognitivo, epistêmico, metafísico, trivial, radical, crítico, entre outros. Há muito mais variantes do construtivismo do que os citados anteriormente, e cada um poderia render uma longa análise. A ideia de construtivismo está baseada no princípio de que o conhecimento não é recebido passivamente pelo sujeito (nem pelos seus sentidos, nem pelos meios de comunicação), mas o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito que o possui (VALADARES, 2011). Esse tipo de construtivismo está enveredado nas ideias de Joseph Novak, estando intimamente ligado à Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

É importante destacar que, subjacente a uma teoria da aprendizagem consistente, existe sempre uma epistemologia adequada. Ou seja, para aplicar em sala de aula um modelo construtivista de aprendizagem é necessária uma epistemologia construtivista correspondente. Nesse sentido, o princípio epistemológico que subjaz ao construtivismo pressupõe que o conhecimento científico é uma construção humana resultante de interações complexas entre aluno-professor-conhecimento científico, nesse caso, nem o aluno, nem o professor, e nem o conhecimento científico têm uma hegemonia epistemológica (VALADARES, 2011). O modelo de ensino construtivista, aqui descrito, está fundamentado nas teorias de Jean Piaget e David Ausubel.

A teoria Piagetiana não é propriamente uma teoria de aprendizagem, mas uma teoria de desenvolvimento cognitivo (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). A consistência central da obra de Piaget foi investigar numa perspectiva *sui generis* a construção do conhecimento pelo ser humano. Em suma, a construção do conhecimento é um processo complexo que envolve as relações humanas no mundo em que vivem (MASINI, 2011). Essa teoria se propõe a investigar a essência de como o homem, ao decurso de sua vida, constrói o conhecimento. Pozo (1998) destaca que qualquer pesquisa que envolva aspectos psicológicos da aprendizagem é necessária fazer referência à obra piagetiana. Embora Piaget não tenha necessariamente se preocupado com os problemas que envolvem a aprendizagem no sentido

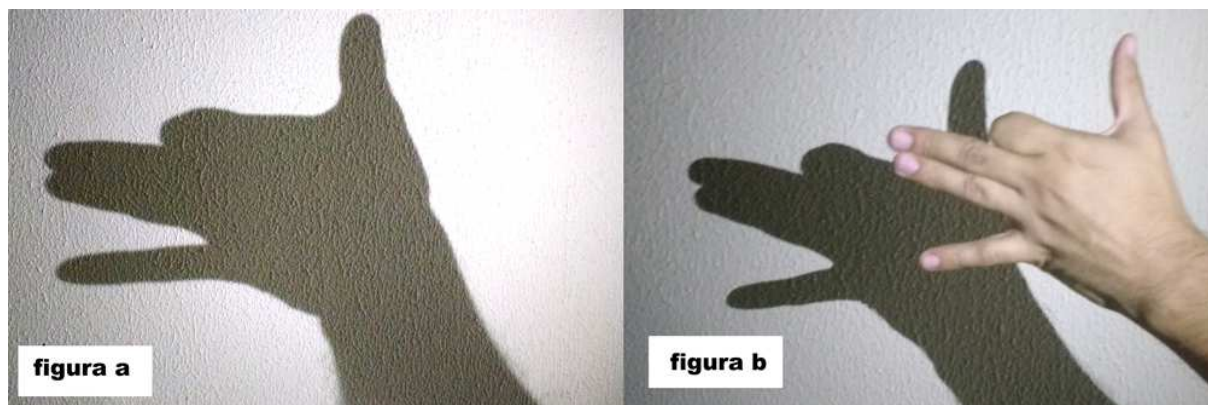
estrito (como por exemplo, no contexto escolar), o autor se preocupa em investigar a aprendizagem no sentido amplo que envolva o desenvolvimento das estruturas cognitivas gerais por processos de equilíbrio. Nesse sentido, o processo de aprendizagem no sentido estrito, de conhecimentos específicos, é um caso particular do processo de aprendizagem no sentido amplo, que é formalizada em termos lógicos (POZO, 1998).

Segundo a teoria piagetiana, a construção do conhecimento se dá em consequência da busca constante do equilíbrio do binômio assimilação/acomodação. O objetivo desse processo baseado na tendência ao equilíbrio é explicar como o ser humano conhece o mundo, e como seu conhecimento muda a respeito do mundo (POZO, 1998).

O termo assimilação é oriundo da biologia para descrever qualquer forma de interação entre o organismo e o meio, onde o organismo de certa forma incorpora as características do meio a seus esquemas de ação. Em síntese, assimilar é incorporar elementos do meio em que o sujeito vive aos seus esquemas, ações suscetíveis de serem repetidas, uma vez que a conduta do sujeito sobre o objeto depende de sua conduta anterior (PIAGET, 2013). Nesse sentido, o indivíduo tende a interpretar as informações oriundas do meio em função das suas estruturas conceituais disponíveis em sua estrutura cognitiva, ou seja, em seus esquemas (LA TAILLE, 1997).

Um exemplo para explicar o processo de assimilação de acordo com a teoria de Piaget é a animação realizada com a projeção de sombras na parede, uma brincadeira antiga muito utilizada por crianças (Figura 1b). Se o sujeito observar apenas a sombra projetada na parede (Figura 1a), dependendo da idade do sujeito, ele tenderá a responder que é um cão. Tal resposta, possivelmente será a mais frequente, isso acontece pelo fato de que o mesmo tende a atribuir significados às coisas baseados em seus esquemas. Porém, tal imagem não passa de uma simples e caprichosa sombra projetada.

Figura 1 – Projeção em uma parede da sombra de uma mão em formato de cão



Fonte: Elaboração própria.

Tal figura foi proposta para ilustrar a metáfora de toda teoria piagetiana sobre a construção do conhecimento. Sendo assim, quando o sujeito se defronta com tal imagem ele tende a atribuir significados baseados em seus esquemas e conceitos disponíveis em sua estrutura cognitiva. Nesse caso, é o sujeito quem projeta os próprios significados sobre uma realidade ambígua, como essa simples figura, assimilando as difusas formas às suas ideias (POZO, 1998).

Porém, se apenas existisse a assimilação, a realidade do sujeito seria caótica com contínuos equívocos, pois, modificando a direção da luz que incide sobre as mãos o cão deixa de existir. Nesse contexto, para a construção de um conhecimento científico, faz-se necessário um processo complementar, o qual Piaget denominou de acomodação. É graças ao processo de acomodação que “os conceitos e ideias se adaptam reciprocamente às características vagas, mas reais, do mundo” (POZO, 1998, p. 180).

O termo acomodação significa que o sujeito tem que se modificar em função das particularidades do meio para tentar compreender as suas singularidades (LA TAILLE, 1997). Em determinadas situações os esquemas de ação da pessoa não conseguem assimilar determinada situação sendo necessário que o sujeito se modifique para construir novos esquemas de assimilação, promovendo assim, o desenvolvimento cognitivo (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Piaget (2013) não existe acomodação sem assimilação, sendo que esses dois processos estão intimamente relacionados tendendo a um equilíbrio. A busca pelo equilíbrio desse processo dinâmico de assimilação e acomodação é denominada equilíbrio majorante, a qual é o responsável pelo desenvolvimento cognitivo do indivíduo (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). É através da equilíbrio que o indivíduo constrói o conhecimento, pois é através do desequilíbrio entre esses processos que surge a aprendizagem ou a mudança cognitiva (POZO, 1998).

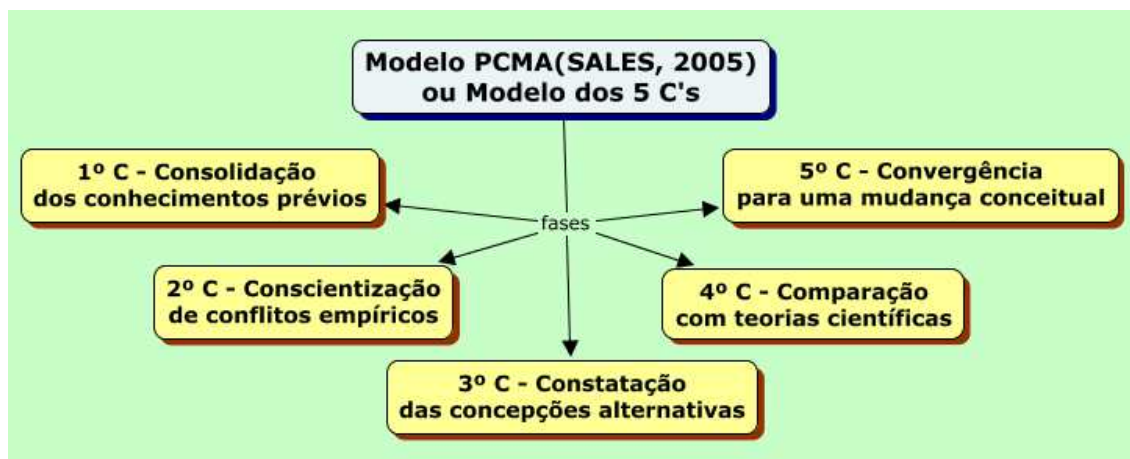
Nesse sentido, La Taille (1997, p. 34) destaca que “a busca do equilíbrio e, portanto, a superação de “conflito cognitivo” (nome dado a um estado de desequilíbrio) que explica, em parte, a evolução da inteligência e dos conhecimentos”. Nessa perspectiva, o autor define o construtivismo, de forma geral, como um conjunto de teorias que procuram afirmar que a evolução da inteligência humana é fruto da interação do sujeito com o meio em que vive. Ou seja, o modelo construtivista opõe-se à ideia de que o conhecimento humano é apenas uma cópia dos discursos ouvidos, ou uma página em branco em que se escrevem diversas experiências ou lições que vão se acumulando linearmente sobre a vida do sujeito (LA TAILLE, 1997).

Baseado nos pressupostos construtivistas, a próxima seção abordará aspectos relacionados à elaboração de uma sequência didática denominada Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA), a qual foi proposta para ensinar conceitos físicos.

## PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO - PCMA

O Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) é uma sequência didática baseada no modelo de mudança conceitual de Pozo (1998), que foi inicialmente proposta para o ensino de conceitos de Física Moderna e Contemporânea por Sales (2005). Posteriormente, essa sequência didática foi implementada por Silva *et al.*(2015) para promover a aprendizagem de conceitos científicos de óptica geométrica a partir das concepções alternativas dos alunos. Em síntese, esta sequência consiste em cinco etapas: consolidação dos conhecimentos prévios; conscientização de conflitos empíricos; constatação das concepções alternativas; comparação com as teorias científicas; e convergência para mudança conceitual (Figura 2). Este modelo também é chamado de modelo dos 5C's (SILVA *et al.*, 2015).

Figura 2 – Cinco fases da sequência didática de ensinagem conceitual proposta no modelo PCMA (5C's)



Fonte: Silva *et al.* (2015).

O PCMA não pretende oferecer um modelo pronto e acabado de uma sequência que descreva, passo a passo, o que o professor deva fazer na condução de sua aula, mas proporcionar ao professor um sistema compreensível que identifique alguns elementos constituintes necessários para estabelecer uma sequência didática específica, para o ensino de conceitos específicos.

Para aplicação eficaz dessa sequência à luz da teoria da aprendizagem significativa é fundamental que haja um planejamento cuidadoso por parte do professor, o qual deve identificar quais são os subsunçores relevantes que o aluno deverá ter, em sua estrutura cognitiva, para poder aprender significativamente o conteúdo específico a ser ensinado (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Esta etapa é chamada de Consolidação dos conhecimentos prévios (SILVA *et al.*, 2015).

### **Consolidação dos conhecimentos prévios**

Essa fase consiste na certificação pelo professor de que o aluno já domina e sabe as teorias e conceitos ligados ao conteúdo a ser ensinado (SILVA *et al.*, 2015). No processo de ensino construtivista, o professor precisa se certificar que o aluno possui subsunçores relevantes para a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Como enfatizou Ausubel (1978), se fosse possível isolar uma das principais variáveis que influenciam a aprendizagem, a variável mais importante seria aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, o seu conhecimento prévio.

É através da vida cotidiana que o aluno incorpora novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva, e esses conhecimentos são fundamentais para o processo de aprendizagem. Não obstante, é necessário que o professor compreenda que não é qualquer conhecimento que irá influenciar o aprendizado específico da disciplina, mas apenas aqueles relevantes (MOREIRA, 2012) para aprendizagem do conteúdo. Ou seja, o professor deve saber quais os pré-requisitos necessários para a aprendizagem cognitiva dos conceitos a serem aprendidos.

No caso do ensino de conteúdos específicos de Física, é recomendado abordar tópicos essenciais para que torne o conhecimento compreensível pelo aluno, a partir dos pré-requisitos que permeiam esta proposta. Sobre a importância dos pré-requisitos, Ostermann e Moreira (2000) destacam que uma das limitações dos trabalhos investigados sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea no ensino Médio, foi a presença de conteúdos densos demais, o que demandou conhecimentos prévios dos alunos que, em geral, o público-alvo não possui, mas que são necessários para os alunos compreenderem completamente os assuntos tratados.

A ênfase que se dá aos conhecimentos prévios nessa fase é devido à sua importância para o processo de aprendizagem cognitiva do aluno, pois, o processo de ensino deve ser centrado no aluno, considerando aquilo que ele já conhece, e não apenas na transmissão de conhecimentos por parte do professor.

Todavia, é importante destacar que identificar os conhecimentos prévios do aluno é um desafio para o professor, uma vez que tais conhecimentos costumam estar implícitos. Portanto, um primeiro passo que precisa ser dado pelo professor será tentar torná-los explícitos. Uma boa estratégia para tentar conseguir tal façanha é propor uma situação conflitiva, todavia, é importante destacar que tanto o conflito quanto os problemas devem ser elaborados de maneira idônea, respeitando o ritmo de aprendizagem do aluno (POZO, 1998). Por fim, consolidado os conhecimentos prévios, o próximo passo será a propor conflitos empíricos para o aluno.

### **Conscientização de conflitos empíricos**

Nesse momento o professor deve proporcionar situações conflitivas, pra que o aluno, ao ser defrontado com a nova situação, perceba que os seus conhecimentos já não dão conta da nova situação, e consiga compreender a superioridade de uma nova teoria (POZO, 1998). Nesse caso, é importante destacar que não se deve ser propor qualquer conflito, mas, situações conflitivas específicas e previamente planejadas. Ou seja, o conflito tem que ser observável pelo aluno, pois se faz necessário que ele perceba a situação conflitiva entre seus conhecimentos prévios e os novos conceitos científicos (SILVA *et al.*, 2015).

Pozo (1998) destaca a importância do conflito cognitivo, como a “situação mais elementar” da aprendizagem, no avanço intelectual do aluno, pois é nessa fase que o aluno dotado de “uma teoria implícita”, defronta-se com uma nova situação. Nesse sentido, o autor enfatiza que um conflito cognitivo específico é difícil de ser alcançado sem um planejamento cuidadoso das interações entre o aluno e o objeto do conhecimento. Moreira e Greca (2003) destacam que durante a aula o professor que utilize a estratégia de conflito procure propor uma dissonância cognitiva no aluno suficientemente grande para levar a uma acomodação, mas não tão grande como para conduzir ao abandono da tarefa.

Com já enfatizados nos parágrafos precedentes, o professor precisa saber se os alunos já possuem conhecimentos prévios relevantes para a disciplina a ser ministrada. Nesse sentido, o conflito deve possibilitar que o aluno perceba que seus conhecimentos anteriores já não conseguem dar conta da nova situação e, portanto, sintam a necessidade de incorporar o novo conhecimento científico. Caso o aluno não tome consciência dessa necessidade, os conflitos empíricos podem resultar insuficientes para o processo de aprendizagem cognitiva (POZO, 1998). Por fim, proporcionado o conflito cognitivo observável é necessário certificar-se de quais são suas concepções alternativas a respeito de um determinado fenômeno.



## Constatação das concepções alternativas

Nessa fase, após a conscientização de conflitos empíricos, o professor deverá se certificar das evidências dos conhecimentos relevantes que os alunos possuem para o ensino de tópico de física escolhido. Nesse caso, devem ser elaboradas atividades que possam constatar quais são as concepções alternativas dos alunos, ou subsunçores relevantes que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Durante o processo de ensino, os conhecimentos prévios do aluno devem ser priorizados, portanto, faz-se necessário, detectar os subsunçores, ou as concepções alternativas, através de instrumentos próprios, ou atividades didáticas adequadas que sejam capazes de gerar efetivos conflitos cognitivos. Villani (1999) denomina essa tarefa de diagnóstico pedagógico, cuja função é procurar identificar traços característicos do aluno que influenciam a tendência ou resistência à mudança conceitual.

Conforme o autor supracitado, as atividades (ou situação conflitiva) propostas para os alunos devem ser diferenciadas, considerando cada tipo de relação enfrentada, de maneira que possa gerar efetivos conflitos cognitivos ou, pelo menos, substitutos adequados.

Suponhamos hipoteticamente que seja a primeira aula sobre densidade. Então, o professor faz a seguinte pergunta: por que uma bola de futebol não afunda quando está na água? A partir deste questionamento, a tendência é que a maioria das respostas dos alunos seja que a bola não afunda devido ao seu pouco peso, ou seja, porque ela é muito leve. Este tipo de resposta evidencia quais são as concepções alternativas dos alunos sobre esse fenômeno. Supondo que o professor apenas registre no quadro as respostas dos alunos e, sem revelar o motivo, faça a seguinte pergunta: bem, se a bola não afunda por causa do seu peso, então, por que um navio feito de toneladas de aço não afunda?

Esta segunda pergunta possivelmente deverá gerar um conflito no aluno suficientemente grande (e maior do que o gerado com a primeira pergunta) que deverá levá-lo a uma acomodação. Desta forma, as respostas dos alunos para a segunda pergunta serão um pouco diferente, porque, ao contrário da bola, o navio é pesado. Portanto, apenas dizer que a bola não afunda por causa de seu peso já não é mais suficiente para satisfazer a nova pergunta.

Por meio desse exemplo, é possível verificar a importância da constatação das concepções alternativas dos alunos nas aulas de Física. Nesse sentido, Silva *et al.* (2015) descrevem que nessa fase o professor deve auxiliar o aluno a fazer uma reestruturação teórica na busca de teorias alternativas que possam melhor justificar o fenômeno físico ou o conflito.

Esta busca deve ser direcionada para que o aluno adquira o conhecimento das teorias científicas por meio da utilização do seu material didático (livro, apostila, entre outros).

### **Comparação com teorias científicas**

Nessa fase, o professor deve fazer a intervenção ensinando como as teorias científicas podem explicar determinados fenômenos abordados inicialmente na situação conflitiva. Nesse caso, ele poderá utilizar recursos e/ou princípios que facilitem a assimilação do conteúdo de maneira que haja organização e/ou reorganização das estruturas cognitivas do aluno em uma determinada área do conhecimento através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Por conseguinte, para que a aprendizagem dos conceitos científicos seja necessariamente significativa, o professor deverá utilizar um material (livro, slides, apostilas, simuladores virtuais, *software*, vídeos, aplicativos, jogos, entre outros) que seja potencialmente significativo para o aluno e apresente significado lógico, coerente, plausível, suscetível de ser logicamente relacionável, de maneira não-arbitrária e não-literal, com qualquer estrutura cognitiva apropriada.

Silva *et al.* (2015) destacam que é nessa fase que a intervenção docente deve auxiliar os alunos: ao fazerem uma reestruturação teórica na busca de teorias alternativas para melhor justificar o fenômeno físico; ao formularem e apresentarem novas teorias advindas do conhecimento científico. Ainda segundo os autores, a integração de novos conteúdos/conceitos à estrutura cognitiva do aluno é uma condição necessária para que haja aprendizagem conceitual.

### **Convergência para uma mudança conceitual**

Após o professor fazer a intervenção ensinando as teorias científicas capazes de explicar o fenômeno abordado na situação conflitiva, o aluno tenderá a modificar suas concepções alternativas. Vale destacar, que de acordo com Pozo (1998), a mudança conceitual é um dos resultados da aprendizagem mais complexos que se pode estudar, e que na maioria das situações formais de ensino não chega a atingir resultados tão radicais, mas, apenas são produzidos pequenos ajustes ou simples crescimento intelectual. Essa complexidade é pelo fato de que as concepções alternativas dos alunos são fortemente influenciadas pelo contexto social no qual ele está, e por isso costumam ser bastante estáveis e resistentes à mudança conceitual.

Para atingir tal resultado durante a instrução é necessário muito mais do que um simples modelo explicativo, ou o melhor modelo explicativo, ou seja, apenas isso não será suficiente para que ocorra a mudança conceitual. Portanto, para conseguir evidências de tal façanha é preciso confrontar o aluno com a nova situação, e expor um modelo explicativo que possibilite que ele tome consciência das vantagens do novo modelo e perceba que esta é a melhor maneira de dar conta da nova situação. Simplesmente não basta expor ao aluno o modelo explicativo melhor, é preciso fazer com que entenda que este modelo é melhor (POZO, 1998).

Se o estudante não tomar consciência, por mais que lhe apresente o melhor modelo, ele vai continuar recorrendo às suas concepções alternativas baseadas no antigo modelo explicativo, pois, “o aluno não abandonará suas ideias espontâneas até que encontre outra melhor que (...) dê conta não somente dos que as ideias espontâneas já explicavam, mas de fenômenos novos até agora incompreensíveis” (POZO, 1998, p 241).

De fato percebe-se que a mudança conceitual não é tão trivial assim, principalmente pelo fato de que as concepções alternativas são compostas por uma nuvem de significados, adquiridos principalmente por assimilação e desenvolvidas de tal modo que nenhuma é eliminada, abandonada, ou descartada (POZO, 1998), antes, estão todas sempre presentes, pelo menos de maneira residual, pois os significados que subjazem às concepções alternativas não podem ser obliterados (MOREIRA; GRECA, 2003).

É nesta etapa que se espera que os elementos da nova concepção científica sejam gradualmente incorporados aos elementos substanciais das concepções alternativas, de maneira que ambos possam coexistir por um momento com um determinado “vínculo genético”. Nesse sentido, Pozo (1998, p. 241) destacou que “ensinar ciências não consiste em proporcionar conceitos aos alunos, mas em mudar os que eles já possuem”. Acredita-se que essa não significa necessariamente uma substituição, mas uma transição de uma concepção alternativa, baseada muitas vezes no senso comum, para uma concepção científica. Por fim, é a habilidade do aluno em diferenciar tais concepções que vai indicar o êxito na aprendizagem da disciplina de Física.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo apresentou uma descrição do PCMA, uma sequência didática fundamentada num modelo de aprendizagem construtivista, a qual foi proposta em cinco etapas para a aprendizagem cognitiva baseada em conflito observável: consolidação dos conhecimentos prévios; conscientização de conflitos empíricos; constatação das concepções

alternativas; comparação com as teorias científicas; e convergência para mudança conceitual. Diante do que foi apresentado, espera-se que o uso PCMA possa trazer contribuições relevantes para a pesquisa e para o ensino de Física, em especial no ensino na Educação Básica. Por fim, é necessário salientar que o PCMA poderá ser adaptado de acordo com as demandas e a realidade de cada professor.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2ª ed. New York, 1978.
- LA TAILLE, Yves. O erro na perspectiva piagetiana. In: Aquino, Julio Groppa (org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997. p. 25-44.
- MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, p. 16-24, 2011.
- MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa?. **Revista Currículum**, n. 25, p. 29-56, 2012.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Conceptual change: critical analysis and proposals in the light of the meaningful learning theory. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v.1, n. 1, p.1-13, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25190>>. Acesso em: 01 abril., 2018.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2011. v. 1. 58p.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.. Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de pesquisa Física Moderna e contemporânea no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, 2000.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Trad: Guilherme João de Freitas Teixeira. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.
- POZO, J.I.. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Trad. Juan Acunã. Llorens – 3. ed. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SALES, Gilvandenys Leite. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação (Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada) – Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

SILVA, J. B. et al. Mudança Conceitual em Óptica Geométrica Facilitada Pelo Uso de TDIC. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21, 2015, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2015, p. 1-17. Disponível em: < <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/5060>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

SILVA, J. B.; SALES, G. L; ALVES, F. R. V. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 20-41, abr. 2018. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p20>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.  
VILIANI, Alberto. O professor de ciências é como um analista? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 6-24, 1999.