

## **A IMPORTÂNCIA DOS MATERIAIS CONCRETOS PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS: ABORDANDO COMPRIMENTO, ÁREA E VOLUME**

### **THE IMPORTANCE OF CONCRETE MATERIALS FOR CONSTRUCTION OF CONCEPTS: ADDRESSING LENGTH, AREA AND VOLUME**

MACHADO, Natália Alves<sup>1</sup>  
CRUZ, Frederico Alan de Oliveira<sup>2</sup>

#### **RESUMO**

Num mundo onde a tecnologia se faz presente em cada instante na nossa vida, permitindo que qualquer informação chegue a nós em poucos segundos, a escola parece não trazer novidades ou despertar o interesse dos estudantes. Além disso, na maioria das situações, muitos dos conteúdos apresentados pelos professores não são conectados com a vida diária daqueles presentes em sala de aula. Uma forma de mudar esse cenário é buscar elementos que possam envolver os estudantes com os conteúdos apresentados, por meio de atividades nas quais eles estejam em uma ação mais ativa com o tema. Dentro dessa ideia, nesse trabalho é apresentada uma proposta de abordagem de comprimento, área e volume, visando fornecer o entendimento desses conceitos para a compreensão de grandezas físicas que fazem uso delas, por meio de práticas simples e que tornam os alunos elementos responsáveis pela sua própria aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de física; Aprendizagem; Experimentação.

#### **ABSTRACT**

In a world where technology makes itself present in every moment of our lives, allowing any information to reach us in few seconds, the school does not bring news or arouse interest to the students. In addition, in most situations, many of the content presented in the classroom is not connected to the daily life of those present in the classroom. One way to change this scenario is to look for elements that may involve students with the presented content, through activities in which they are in a more active action with the theme. Within this idea, this paper presents a proposal for an approach of length, area and volume, aiming to provide the understanding of these concepts for the understanding of physical quantities that make use of them, through simple practices and that make the students elements responsible for their learning.

**KEYWORDS:** Physics teaching; Learning; Experimentation

<sup>1</sup> Programa de Doutorado em Ensino e Divulgação das Ciências da Universidade do Porto. e-mail: at.alves.machado@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Física da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Brasil) e Pós-Doutorando do IFIMUP-IN, Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto (Portugal). e-mail: frederico@ufrj.br



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

## **INTRODUÇÃO**

Um dos grandes desafios presentes no ato de lecionar as disciplinas de ciências, de forma geral, e no caso da Física mais especificamente, é permitir que o estudante seja capaz de se apropriar dos conteúdos que são apresentados a eles. Contudo na maioria das vezes estes não são apresentados de forma contextualizada, parecendo não fazer parte da realidade do estudante, e/ou necessitam de um grande grau de abstração para seu entendimento. Essas dificuldades escolares, por parte dos jovens, têm origens diversas e que estão relacionadas, produzindo o baixo desempenho verificado nos testes propostos pelos órgãos nacionais e internacionais que medem o conhecimento de ciências (WAISELFISZ, 2009).

Visto isso, podem-se destacar os fatores sociais que impactam de forma contundente na formação dos estudantes, tendo uma relação direta com o desempenho escolar e a baixa escolaridade. Além disso, fatores associados à prática docente têm grande contribuição no desinteresse por parte dos estudantes (PEREIRA; RIBEIRO, 2013; RIBEIRO; RAMOS, 2013).

Quando olhamos mais especificamente para as disciplinas de ciências exatas, de forma geral, alguns fatores contribuem para a falta de interesse e compreensão do que está sendo apresentado em sala de aula: aulas de caráter meramente expositivo, prática excessiva de desenvolvimento matemático, assuntos, na maioria das vezes, descontextualizados com a realidade do estudante e finalmente a falta de formação adequada por parte de muitos professores que não possuem habilidade para a discussão mais profunda sobre alguns temas apresentados em sala de aula (SILVÉRIO, 2001).

Nesse contexto, são necessárias ações que torne as aulas mais atrativas, para que os estudantes sintam-se efetivamente motivados. Por isso, algumas possibilidades para mudar esse quadro muitas vezes esbarram na percepção do professor em achar que apenas o uso de ferramentas muito complexas pode atrair a atenção dos estudantes, como por exemplo, a utilização de telefone que contam com aplicativos de acesso a rede mundial de computadores (*smatphones*) e computadores pessoais (*notebook*). Apesar de serem importantes e existirem excelentes propostas em diversas áreas, a utilização de ferramentas de ensino que não fazem uso de tecnologias digitais podem contribuir muito no processo de ensino aprendizagem (ANDREIS & SCHEID, 2010; CAVALCANTE, 2010; MELO, 2010; VIEIRA et al, 2011).

Além disso, como o cenário educacional brasileiro enfrenta uma grave crise, pensar em atividades simples e de custo reduzido, que desperte no aluno a autonomia e interesse pelos estudos se faz extremamente necessário, principalmente no Ensino de Ciências, para formar os futuros cidadãos do país. Por esse motivo, a alternativa às TICs se faz pela inserção de atividades simples que possam ser manipuladas pelos alunos, como por exemplo, as atividades com materiais concretos. Nelas é possível educar e ensinar por meio de ações de interação com vários



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

indivíduos fora do ambiente virtual, que podem contribuir para um meio favorável ao processo de ensino e aprendizagem.

Deste modo, independente da complexidade e modernidade das ferramentas de ensino que serão utilizadas em sala, deve-se pensar primeiro em despertar a curiosidade e a motivar os estudantes para que o aprendizado seja significativo, além de dispersar do ambiente a suposta hierarquia professor estudante (SANTOS, 2005).

### **ABSTRATO, CONCRETO E CONCEITO**

As possibilidades trazidas por uma atividade motivadora podem contribuir diretamente na internalização de um conceito ligado a uma grandeza ou fenômeno físico, por meio da visualização ou experimentação de algo real que, após um processo de reflexão, feita de forma individual, será assimilado, podendo ser considerado como uma abstração da situação vivida (IVIC & COELHO, 2010).

A abstração é um ato fundamental para que os conceitos ligados à realidade, muitas vezes impossíveis de serem observados, sejam construídos e entendidos pelos estudantes. Esse conceito, que segundo Piaget pode ser separado em quatro tipos básicos (empíricas, reflexionantes, refletidas e pseudo-empíricas), é capaz de oferecer os recursos básicos de análise das situações apresentadas em sala que estão ligadas às diversas situações diárias (PIAGET, 1995).

Esse modelo inicial de construção é fundamental para que o estudante possa, num momento posterior, analisar situações que não represente o "aqui e agora", mas que seja entendido pela modelagem a partir de um ou mais objetos concretos que formarão a ideia final. O processo de abstração, que deve ser construído a partir do concreto, se torna importante para que esse estudante tenha capacidade de transferir o que é aprendido de um contexto para outro (YLVISAKER et al, 2006).

Um exemplo simples sobre isso é se tentássemos explicar para um indivíduo da década de 60, sem contato com a tecnologia atual, um computador. Se partirmos da utilização de elementos da sua realidade, como uma TV e uma máquina de escrever, o computador poderá ser apresentado pela ideia da junção desses dois objetos. Claro que seríamos obrigados a estimular outras relações, no entanto sem esses dois seria impossível criar um ponto inicial para a modelagem desse novo objeto. Nesse caso, o processo de aprendizagem de algo novo será realizado do concreto para o abstrato e permitirá a construção da ideia de funcionamento ou conceito relacionado ao terceiro objeto mesmo que ele nunca seja visto.

Apesar de, até certo ponto, termos noção do que é o abstrato e o concreto, se faz necessária sua discussão para podermos compreender de que forma o conceito será formado na mente do estudante após uma ação em sala. Afinal, a aprendizagem completa sobre um determinado evento nas ciências físicas, depende da internalização do que realmente está sendo estudado para com ela criar o



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

conceito, pois muitas vezes não é possível a visualização concreta de certas grandezas ou fenômenos, de uma forma geral, já que muitas são abstratas, como por exemplo, o campo elétrico.

Linguisticamente falando, podemos considerar que o abstrato designa ideias, qualidades, estados, ações por oposição ao concreto e que está ligada a coisas ou seres perceptíveis pelos sentidos. Além disso, ele está relacionado à ideias gerais ou qualidades ao contrário de pessoas, objetos ou ações e o concreto está ligado a uma coisa ou uma classe de coisas reais (MICHAELIS, 2009). Em uma definição mais científica e filosófica temos que o concreto pode estar ligado à concepção do ponto de partida, algo que possui uma característica que pode ser mensurada e o abstrato a natureza das metas envolvidas, visto que a abstração não leva em conta um valor específico determinado, mas sim todos os valores possíveis de algo que estamos lidando ou nos referindo (DEWEY, 2005).

Se agruparmos as definições, percebemos que apesar de contraditórias elas estão extremamente ligadas, já que ambas relacionam-se com o progresso intelectual de um indivíduo, ou seja, o que é abstrato em um momento em outro poderá se tornar concreto dependendo do grau de vivência do mesmo. Um exemplo disso é o conceito de temperatura que é concreto para um físico, contudo, para pessoas que não lidam diariamente com esse conceito, poderá ser completamente abstrato e muitas vezes não será compreendido em sua plenitude. O contrário também é válido, algo que é concreto, por estarmos familiarizados com ele, pode se tornar abstrato quando envolvem fatores estranhos ou problemas não resolvidos, como é o caso, por exemplo, do conceito de força em mecânica e as chamadas forças fraca e forte.

No pensamento de Marx, o concreto vai além do conceito puramente sensorial, definindo-o como "unidade da diversidade", ou seja, é a harmonização e a interação de todos os aspectos e momentos. Entender algo como concreto é entender sua totalidade (ILIENKOV, 2014). Deste modo podemos definir o concreto de duas formas: sensorial, que segundo Kant existe externamente ao sujeito, e lógico-racional, que é uma etapa fundamental e que supera o momento sensorial e descritivo. Por outro lado, o abstrato visto pelo aspecto epistemológico é interpretado como unilateral e incompleto (CORDON, 1991; GARDNER, 1995)

No caso dos exemplos em física, o primeiro passo para a internalização e apropriação da informação pelo indivíduo é partir de algo que para ele é real, ou seja, concreto. Um exemplo disso é pensar no movimento de elétrons em um condutor, uma vez que a imagem de um elétron nunca foi criada em sua mente este "ente" pode ser modelado como uma pequena esfera com características próprias.

O modelo mental da figura esférica do elétron, que ele constrói a partir da ideia de uma bola de gude, por exemplo, permite que o estudante possa compreender o movimento desses num condutor. Houve então entendimento de algo abstrato, que no caso é o movimento de elétrons e que agora passa a ser concreto para este indivíduo. Com a concretização do abstrato este consegue



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

desenvolver uma ideia sobre o problema e assim pode de forma definitiva ter em mente o que é uma corrente elétrica, isto é, construiu-se o concreto de certa grandeza a partir das seguintes etapas de construção: do concreto sensorial em abstrato, de abstrato em concreto lógico racional, que ousaremos chamar de concreto virtual, e a partir dele o conceito.

Sendo assim, quando em sala de aula existem propostas que envolvam materiais concretos esses também promovem maior interação entre os estudantes (GERVÁZIO, 2017). Isso ocorre graças a uma estimulação sensorial que mobiliza o indivíduo como um todo, desencadeia novas emoções e faz com que a rotina do estudante em sala de aula apenas como ouvinte seja substituída por uma aprendizagem mais ativa no qual é possível vivenciar a situação problema.

Essa possibilidade de tornar o processo de aprendizagem mais ativa é fundamental para que o estudante desenvolva mecanismos para que sua aprendizagem possa ser aplicada em seu cotidiano para, em momento posterior, transformar seu dia a dia. Pensar num conjunto de ações que possam facilitar a abstração que envolve um problema físico, a partir de modelos concretos, é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e para que ocorra um processo de aprendizagem pleno e por fim o entendimento do conceito que envolve o problema.

### **PROPOSTA DE INTERVENÇÃO**

Uma vez que os estudantes não possuem modelos concretos para compreenderem conceitos fundamentais das grandezas físicas, foram construídas três propostas baseadas na manipulação de objetos. Todas elas foram realizadas com estudantes do 1º ano do Ensino Médio em uma escola localizada na Zona Oeste do Rio de Janeiro. As grandezas abordadas foram o comprimento, a área e o volume, devido à clara importância para o entendimento de conceitos basilares na física, como deslocamento, velocidade média, força, pressão, densidade, dilatação dos materiais entre outras e a falta de entendimento desses três conceitos.

A primeira delas foi construída para o estudante compreender a ideia da padronização da unidade métrica, utilizando partes do seu próprio corpo e posteriormente instrumentos de medida convencionais para medir alguns objetos (LIPPIMANN, 2009). Dentro dessa atividade, foi fornecido aos estudantes um pequeno roteiro, contendo um conjunto de atividades a serem realizadas e questões que deveriam ser respondidas, para serem trabalhados os processos científicos de observação, medição e registro de dados (Fig. 1).

DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

Figura 1 – Roteiro a ser seguido pelos estudantes na medida de comprimento

**1. COMPRIMENTO**

Grandeza que expressa a quantidade espacial em uma dimensão de um corpo, isto é, a distância entre dois pontos

**2. AS MEDIDAS**

A necessidade de medir é antiga, para isso, os homens utilizavam unidades de medidas simples, como as partes do próprio corpo, como por exemplo, o comprimento dos pés, a grossura dos dedos (polegadas), o comprimento das mãos, etc. Deste modo, quando o homem começou a medir, utilizava suas próprias dimensões para isso (CRUZ, 2009).



Figura 1: Medidas com parte do corpo (DKR, 2015).

Com o passar dos anos o comércio entre os povos aumentou deste modo tais processos não satisfaziam mais às necessidades dos homens, pois cada indivíduo possui diferenças entre si. Para entender essas diferenças, vamos fazer uma pequena tarefa e responda as questões:

1. Meça os objetos que estão à sua frente com: seu polegar, seu pé e sua mão e depois complete a tabela abaixo.

**TABELA 1 – MEDIDAS DOS MATERIAIS OBSERVADOS**

MATERIAL	POLEGAR	PALMO	PÉS

Conceito

Contextualização

Atividade

Fonte: Acervo dos autores

Além do que é comumente realizado nesta proposta e em outras similares, os estudantes deveriam apresentar os resultados em diferentes escalas e avaliar qual era a mais conveniente para expressar a medida realizada. A introdução desse procedimento serviu para que eles pudessem compreender a necessidade da existência de diferentes escalas, a partir da experimentação, pois nem sempre isso fica claro ao longo de apresentações meramente teóricas.

A segunda proposta teve como objetivo apresentar a ideia de área também baseada num roteiro (Fig. 2) a ser seguido e que fosse preenchido ao longo do processo de discussão do tema.

Figura 2 – Roteiro a ser seguido pelos estudantes na medida de área

**1. ÁREA**

Grandeza que expressa a quantidade espacial em duas dimensões de um corpo, isto é, pode ser entendido como o espaço bidimensional ocupado por um corpo.

**2. HISTÓRIA**

A gênese, na maioria das vezes, se desenvolve por intermédio da necessidade do homem, seja ela para resolver um problema prático para melhorar seu dia a dia ou para obter ganho financeiro. É dentro dessa necessidade que surge o cálculo de área. Alguns relatos históricos dão conta que o cálculo da área surgiu quando os sacerdotes cobradores de impostos calculavam pela observação visual, de forma intuitiva, a extensão dos campos delimitando o espaço das cobranças.

Ano longo dos séculos o método de medida da área foi aperfeiçoado, surgindo formas mais justas de realizar o cálculo, uma forma delas foi utilizar pedras quadradas. Armeida era simples, para determinar o número de pedras utilizava batava determinar a quantidade de pedras das fileiras e multiplicar pelo número de fileiras existentes.

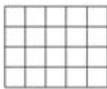


Figura 1: Representação da medida por pedras quadradas, no qual existem quatro na vertical e cinco na horizontal, assim permite dizer que são 20 pedras quadradas.

Isso é o que fazemos hoje para calcular a área de um retângulo, a multiplicação do comprimento da base pela altura.

**3. NOTÍCIAS**

"Depoimentos dos historiadores e jornalistas sobre o que eles viram e o que eles registraram nesse dia que vai ser lembrado, estudado, pesquisado no futuro: 'Ontem, 17/06/2013, foi um dia que ficou na história do Brasil. A 'Revolta do Vinagre', como está sendo chamada, levou mais de 100 mil pessoas à rua, segundo estimativa da Coppe UFRJ (a PM estava em 40 mil)." Felipe Rodrigues - Estudante de História".

Fonte: Revista de História. goo.gl/9Xcu7 Acesso em: 18 out/2016

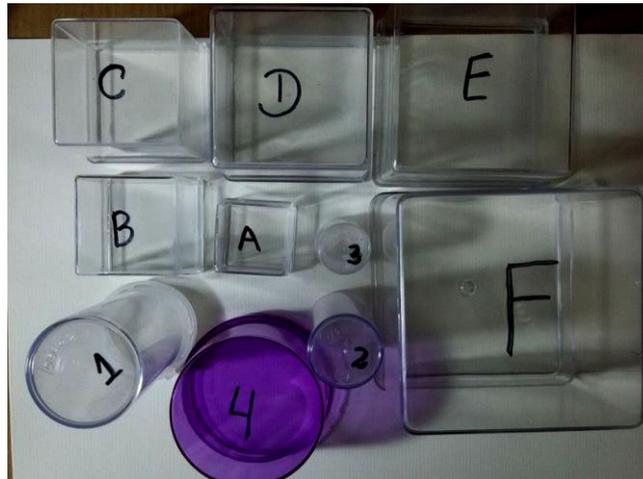
Conceito

História

Contextualização

Fonte: Acervo dos autores.





Fonte: Acervo dos autores.

Ao final de cada etapa os estudantes apresentaram, na forma de pequenos bilhetes sem identificação, as suas impressões sobre o que havia sido realizado por eles e se tinham produzido algum impacto positivo em sua aprendizagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à medida do comprimento, surgiram muitas dúvidas e perguntas, pois muitos estudantes nunca mediram nada em palmos, pés ou polegadas e poucas vezes utilizaram os instrumentos de medidas convencionais, como trenas ou fitas de medida. Além disso, quando iniciavam a medição dos objetos, como um bloco de madeira, por exemplo, os estudantes não sabiam o que e como medir.

Na parte de conversão de medidas, muitas dificuldades, sinalizando que nas aulas de matemática e em algumas de física já tinham visto uma tabela de conversão dos múltiplos e submúltiplos, mas que nunca entenderam muito bem essas simples conversões. Deste modo, depois que a tarefa foi realizada, foi possível constatar que eles compreenderam o porquê dessas outras unidades e como devem ser feitas as conversões.

No caso da prática relacionada ao conceito de área, primeiramente, os estudantes desenharam com giz de quadro no chão da sala de aula um quadrado com área igual a  $1,0 \text{ m}^2$  para visualmente perceberem o que é um metro quadrado e em seguida se posicionavam dentro desse desenho até que o número de pessoas fosse parecido com o que acontece nas manifestações (Fig. 5).

DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

Figura 5 – Foto dos estudantes dentro do quadrado, desenhado no chão, de área igual a  $1\text{m}^2$

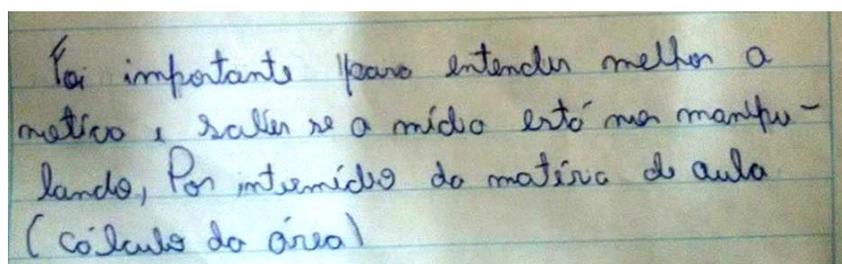


Fonte: Acervo dos autores

Os estudantes perceberam que o número de pessoas era o correto comparando com shows ou jogos em estádios a que eles já haviam assistido, sendo constatado, pela maioria dos grupos, que cinco pessoas era o número mais razoável para que a mobilidade não fosse muito prejudicada.

Na comparação com a notícia de jornal, presente na proposta, os participantes perceberam que o valor era muito diferente do que foi noticiado, pois todos os grupos acharam valores que eram no mínimo o dobro da estimativa apresentada. A discussão acerca dessa divergência entre os números divulgados foi bem interessante, pois os estudantes começaram a se perguntar o porquê dessa diferença e chegaram à conclusão de que a imprensa ou a própria polícia muitas vezes podem manipular esses números e, conseqüentemente, as pessoas (Fig. 6).

Figura 6 – Resposta apresentada por um dos estudantes, em relação a medida de área



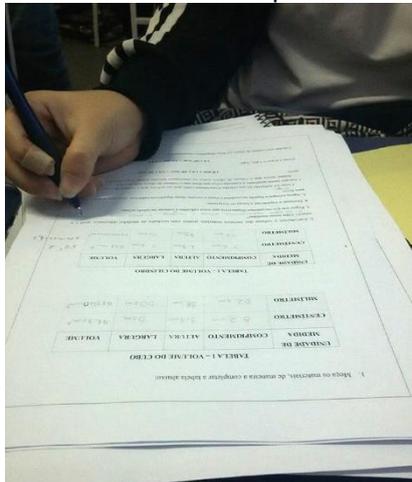
Fonte: Acervo dos Autores.

A atividade de volume fez com que os estudantes compreendessem melhor esse conceito pela manipulação dos objetos e por estarem efetivamente medindo algo. Isso pode ser constatado não apenas nos resultados, mas também pela discussão entre eles que diziam ser mais fácil de compreender com uma atividade do

DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

que apenas construindo a tradicional tabela de transformação de unidades de medidas de volume (Fig. 7).

Figura 7 – Foto de um dos estudantes preenchendo um dos roteiros



Fonte: Acervo dos Autores.

Outro ponto positivo foi que os estudantes consideraram a medida do volume mais difícil que as outras, com a justificativa de que durante o ensino fundamental, quando viram essa grandeza, não tinham feito nenhuma prática sobre ela. Novamente, relatando que ocorria apenas uma exposição teórica e baseada em desenhos que eles não compreendiam (Fig. 8).

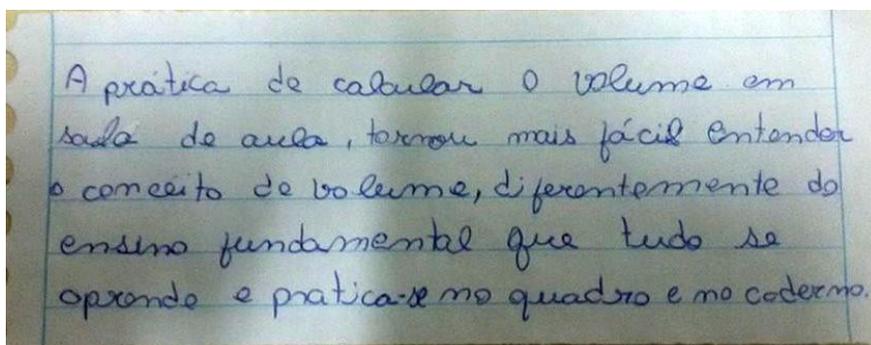


Figura 8. Resposta apresentada por um dos estudantes, em relação a medida de volume (Acervo dos autores).

## CONCLUSÃO

A utilização de objetos concretos no ensino de física mostra muitas possibilidades trazidas por ações motivadoras, como a internalização dos conceitos ligados a uma grandeza ou fenômenos físicos por meio da visualização ou experimentação, mesmo que esses muitas vezes sejam abstratos para os estudantes. Isso prova que as discussões acerca dos conceitos de concretude e abstração na educação em ciências são extremamente importantes, pois auxiliam na



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

aprendizagem de maneira efetiva, transformando a ideia de que as ciências, principalmente a física, são matérias de difícil compreensão parecendo muitas vezes serem inacessíveis.

Esse conjunto de ações facilita a abstração, a partir de modelos concretos, já que eles são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes sejam eles com ou sem deficiência, para que ocorra um processo efetivo de aprendizagem facilitando o entendimento do conceito. Além disso, permite uma aproximação entre os estudantes e professores, tornando o processo de aprendizagem mais ativo e prazeroso de forma geral.

Discutir a importância dos materiais concretos, contribui na formação dos professores, a partir da necessidade de construção dos seus próprios materiais, incluindo objetos concretos como elementos auxiliares na exposição de muitos conteúdos, além de propiciar a (re)descoberta de possibilidades de abordagens dos conceitos Físicos, gerando um ambiente possivelmente mais propício e integrado entre o professor e os estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ANDREIS, Iara Vanise; SCHEID, Neusa Maria John. O uso das tecnologias nas aulas de biologia. In: *Vivências*, v. 6, n. 11, p.58-64, 2010.
- CAVALCANTE, Nahum Isaque dos Santos. O ensino de matemática e as TICs: uma análise de caso para o estudo da função exponencial. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 10., 2010, Salvador. *Anais...* Salvador: UFRB, 2010, p. 01-10.
- CORDON, J. A. Enfoque científico-social de la salud-enfermedad. *Revista de la Universidad de San Carlos*, v. 1, n. 14, p. 44-55, 1991.
- DEWEY, John. *How We Think and Psychology*. Montana: KessingerPublishingy, 2005. 676 p.
- GARDNER, Howard. *Nova Ciência da Mente: Uma História da Revolução Cognitiva*. São Paulo: EdUSP, 1995. 454 p.
- GERVÁZIO, Suemilton Nunes. Materiais concretos e manipulativos: uma alternativa para Simplificar o processo de ensino/aprendizagem da matemática e incentivar à pesquisa. *Revista Eletrônica Paulista de Matemática*, v. 9, n. 4, p. 42-55, 2017.
- ILIENKOV, Evald Vassilievich. *Dialectics of the Abstract & the Concrete in Marx's Capital*. Moscow: Progress Publishers, 1982. 128 p.
- IVIC, Ivan; COELHO, Edgar Pereira. *Lev Semionovich Vygotsky*. Recife: Editora Massangana, 2010. 140 p.

DOI: 10.12957/e-mosaicos.2018.29717

LIPPIMANN, Luciane. *Ensino da Matemática*. Curitiba: Editora IESDE Brasil S.A., 2009. 220 p.

MELO, R. B. F. A Utilização das TIC'S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. In: Simpósio hipertexto e tecnologias na educação, 3., 2010, Recife. *Anais...* Recife: UFPE, 2010, p. 01-12.

MICHAELIS. *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/oX2uqH>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

PEREIRA, Jaqueline Trindade; RIBEIRO, Fernanda. As influências dos fatores sociais na aprendizagem. *Maiêutica - Curso de Pedagogia*, v. 1, n. 1, p. 123-129, 2013.

PIAGET, Jean. *Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: ArtMed, 1995. 292 p.

RIBEIRO, Marcus Eduardo Maciel; RAMOS, MaurivanGüntzel. O interesse dos alunos em aulas de Química no contexto de uma comunidade de prática de professores: um estudo de caso. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2013, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia: ENPEC, 2013. p. 1-8.

SANTOS, J. N. *Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de física*. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SILVERIO, A. A. *As dificuldades no ensino/aprendizagem da física*. 2001. 46 f. Monografia (Especialização em Ensino de Física) - Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

VIEIRA, Eloisa; MEIRELLES, Rosane Moreira Silva de; RODRIGUES, Denise Celeste Godoy de Andrade. O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas, *Resumos...* Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011. p. 1-10.

WASELFISZ, Julio Jacobo. *O ensino das ciências no Brasil e o PISA*. São Paulo: Sangari do Brasil, 2009. 129 p.

YLVISAKER, Mark; HIBBARD, Mary; FEENEY, Timothy. *What are concrete and abstract thinking?*, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/PD9IJ>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

Recebido em 21 de julho de 2017

Aceito em 10 de junho de 2018