

EVIDENCIANDO AS APTIDÕES COGNITIVAS NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA DE ESTUDANTES COM BAIXO RENDIMENTO EM MATEMÁTICA

Evidentiary cognitive skills in learning physics of students with low achievement in Mathematics

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior [rosivaldo.fisico@gmail.com]

Professor Auxiliar do Colegiado de Ciências Naturais da Universidade do Estado do Amapá – UEAP - Mestrando em Ensino de Ciências Exatas no centro universitário - UNIVATES

Josefer Ranchel da Silva Neves [joseferneves@outlook.com]

Graduado em Licenciatura em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Amapá – UEAP, Técnico em Laboratório Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP – Campus Santana

Recebido em: 30/09/2017

Aceito em: 01/05/2018

Resumo

São notórias as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no estudo das Ciências Exatas, principalmente a Física, no que diz respeito ao uso da Matemática como fator relevante no processo de aprendizagem da Ciência em questão. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar que o pouco domínio da Matemática, nem sempre, rotula o aluno com baixo conhecimento em Física. Foi feita uma pesquisa de campo em quatro escolas da rede pública de ensino do município de Santana no estado do Amapá, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Para apropriação dos dados foi aplicado um questionário contendo três questões de natureza aberta sobre o conteúdo de Calorimetria. Quanto à abordagem da pesquisa, tratou-se de um estudo de natureza Qualitativa, nesta, para a reflexão teórica dos dados encontrados foi utilizada a técnica Análise Textual Discursiva, com o estabelecimento de Categorias de Análises. Assim, notou-se que a maioria dos alunos demonstraram conhecimentos acerca dos fenômenos físicos, apesar de que tiveram dificuldades com a aplicação da Matemática na aprendizagem de Física.

Palavras-chave: Aprendizagem de Física. Prática Docente. Contextualização. Interdisciplinaridade.

Abstract

The difficulties faced by students in the study of Exact Sciences, especially Physics, are notorious regarding the use of Mathematics as a relevant factor in the learning process of the Science in question. Thus, the present work aims to demonstrate that the little mastery of Mathematics does not always label the student with low knowledge in Physics. A field survey was carried out in four schools of the public-school network of the municipality of Santana in the state of Amapá, with students of the 2nd year of High School. For the data appropriation, a questionnaire containing three open-ended questions about the Calorimetry content was applied. As for the approach of the research, it was a study of Qualitative nature, in this, for the theoretical reflection of the data found was used the Discursive Textual Analysis technique, with the establishment of Categories of Analysis. Thus, it was noticed that the majority of the students demonstrated knowledge about the physical phenomena, although they had difficulties with the application of Mathematics in the learning of Physics.

Keywords: Physics Teaching. Teaching Practice. Contextualization. Interdisciplinarity.

INTRODUÇÃO

São notórias as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no estudo das Ciências Exatas, principalmente a Física, no que diz respeito ao uso da Matemática como fator relevante no processo de aprendizagem da Ciência em questão. É comum professores de Física afirmarem que seus alunos têm dificuldades de compreender a disciplina devido à lacuna que existe nos conhecimentos matemáticos, conforme evidencia o trabalho de Neves; Gama Júnior e Pereira (2015).

Atualmente a Matemática é tratada como critério científico não somente nas leis físicas, mas também em fenômenos Químicos e Biológicos. É possível que esse critério tera início com Pitágoras de Samos quando elaborou a primeira descrição Matemática de um fenômeno Físico, salientando que os intervalos musicais em cordas estão relacionados a frações de números inteiros.

No entanto, a linguagem Matemática, essencial para explicação científica de diversos fenômenos naturais, tem sido um obstáculo para muitos estudantes no processo de aprendizagem de Ciências nas escolas e gerou diversas reflexões para os pesquisadores da área de educação em Ciências, visto que, quando os professores utilizam somente essa ferramenta como forma de medir a aprendizagem do aluno.

Nesse sentido, propõe-se que o conhecimento não se torne refém de inúmeras fórmulas, onde o estudante utiliza as equações somente para chegar a um valor numérico e, a ideia física de um fenômeno passar despercebida.

Assim, diante desse cenário, o aluno acaba “tendo/criando” aversão aos conceitos científicos, devido a problemas matemáticos e, em alguns casos taxado como “não sabe nada de Física”, ainda que o mesmo consiga enxergar os fenômenos envolvidos em problemas de determinado eixo da Ciência em estudo.

Por conseguinte, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar que o pouco domínio da Matemática, nem sempre, rotula o aluno com baixo conhecimento em Física.

REVISÃO DE LITERATURA

A sociedade contemporânea, marcada cada vez pela presença da Ciência e da Tecnologia no cotidiano das pessoas, supervaloriza a inovação e a criatividade. Nesse contexto, Araújo e Abib (2003) mensuram que os indivíduos necessitam estar capacitados para compreender os avanços tecnológicos para atuar de modo fundamentado, consciente e responsável diante das possibilidades de interferência nos grupos sociais onde vivem e que o entendimento da natureza da Ciência e, da Física em especial, somará com a formação da cidadania.

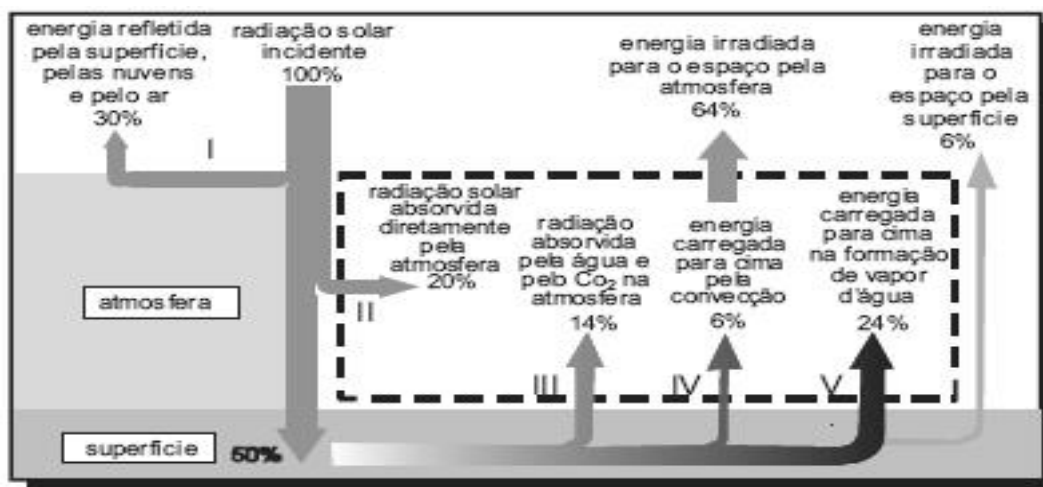
Por outro lado, no ambiente em que o aluno é levado a compreender com mais criticidade a constituição e a evolução do conhecimento humano, Oliveira et al., (2010) e Moreira (2013) concernem que a educação formal, em sua maioria, não vem cumprindo de fato seu papel de proporcionar aos estudantes um ambiente favorável a construção de conceitos de base científica, exigindo, cada vez mais, que o professor reformule suas práticas para abranger uma concepção integradora do conhecimento visando combater o mero repasse de informações.

Essa perspectiva propõe uma reflexão ao ensino da Física, uma vez que colide com a metodologia que supervaloriza somente a aplicação de fórmulas onde os conteúdos ministrados estão distantes do conhecimento empírico dos estudantes. Assim, os educandos utilizam as

equações somente para chegar a um valor numérico e a ideia física de um fenômeno pode passar despercebida.

Por outro lado, um fator importante que, muitas vezes, confirma a linguagem Matemática como eixo principal é os livros didáticos que são indicados aos alunos do Ensino Médio das escolas públicas. É importante que o professor analise essas ferramentas didáticas visando identificar se estes continuam com o tradicionalismo de conteúdo e exercícios matemáticos, ao contrário do que se pensa em contextualização e interdisciplinaridade.

Nesse sentido, nota-se que aos poucos os termos contextualização e interdisciplinaridade vêm se concretizando nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), pois, as questões de Ciências da Natureza são elaboradas considerando o contexto em que o aluno convive, bem como, para solucionar uma questão de Física se faz necessário relacionar com a Química, Biologia e outras disciplinas. Isto pode ser constatado, por exemplo, quando lemos a questão 22 da prova do ENEM 2008:



Raymond A. Serway e John W. Jewett. *Princípios de Física*, v. 2, fig. 18.12 (com adaptações).

Figura 1. Esquema demonstrando a energia térmica oriunda do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Fonte (<http://www.vestibular.brasilescuela.com/enem/prova-amarelaquestao-22.htm>).

O diagrama acima representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera. Com base no diagrama, conclui-se que:

- a) a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.
- b) a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.
- c) a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.
- d) mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.
- e) a quantidade de radiação emitida para o espaço pela atmosfera é menor que a irradiada para o espaço pela superfície.

Como se observa, a questão está relacionada ao dia a dia do aluno, porque frequentemente estamos expostos à incidência e reflexão da mais importante fonte de energia, a radiação solar. Nesse caso, o aluno não precisa de uma fórmula para chegar à solução da questão do ENEM supracitada. Então, é de fundamental relevância que os professores de Física se adéquem a essas novas tendências de ensino, com uma abordagem metodológica mais contextualizada,

interdisciplinar, mais próxima do contexto social do aluno, uma vez que uma das metas do Ensino Médio, na atual conjuntura social, é preparar os alunos para os vestibulares. Assim, notou-se que o ENEM vem trabalhando em suas provas já há alguns anos, mecanismos que valorizam a contextualização e interdisciplinaridades entre as questões de Ciências Exatas.

Nestes termos, Ausubel (2003), em sua teoria da aprendizagem significativa, concebe o aluno como um sujeito possuidor de conhecimentos prévios, tais conhecimentos devem ser levados em consideração ao passo que muitos fenômenos físicos podem ser notados através da observação empírica dos mesmos e, por meio destas, entraria a linguagem matemática para medição de tal processo.

Diante disso, ainda nessa linha de pensamento, os estudos de Neves; Gama Júnior e Pereira (2015) e Pereira e Padilha (2014) chamam a atenção que é relevante o professor dispor de mecanismos didáticos que tornem o estudo da Física mais próximo da vida cotidiana do aluno perpassando as práticas docentes que utilizam somente a abordagem de equações algébricas no estudo da referida Ciência, para que, assim, os alunos tornem-se mais ativos na construção de conceitos de base científica.

Por outro lado, é importante deixar claro que a Matemática se faz necessária no ensino de Física, uma vez que Laburú; Silva e Sales (2010) concernem que a Física é inevitavelmente uma Ciência quantitativa, no entanto, associada aos fenômenos desencadeados pela natureza, aspectos qualitativos. Pois os conceitos teóricos e as grandezas físicas formam os blocos constituintes dessa Ciência.

O que se pretende colocar como reflexão na presente comunicação científica, é que o professor deve ter em mente que a sociedade contemporânea é marcada pela presença técnico-científica na facilitação da vida dos atores sociais e que, a Física dispõe de uma enorme gama de estratégias didáticas que pode ir além da mera definição de conceitos no quadro e aplicação de fórmulas com intuito de demonstrar a real natureza da Ciência em estudo, isto é, suas partes tanto quantitativas quanto qualitativas.

Dessa forma, as tendências de ensino e aprendizagem em Ciências, mencionadas anteriormente, evidenciam que é necessário uma ressignificação dos processos de aprendizagem, como, por exemplo, o uso da experimentação nas aulas visando proporcionar um ambiente de aprendizagem onde os alunos possam se posicionar de forma mais efetiva, onde o professor deve subsidiar todo o processo, esclarecendo as dúvidas e oferecendo o suporte matemático imprescindível na descrição dos fenômenos físicos.

METODOLOGIA

O presente estudo se tratou de uma pesquisa de campo nos termos de Silva e Menezes (2005) realizada em quatro escolas da rede pública de ensino do município de Santana no estado do Amapá, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Em cada escola foram coletados dados de uma turma do 2º ano, totalizando quatro turmas, onde cada turma tinha em média 25 alunos, totalizando uma amostra de 100 entrevistados.

Para a coleta dos dados foi aplicado um questionário contendo três questões de natureza aberta sobre o conteúdo de Calorimetria. Tendo em vista que foi sondado qual o conteúdo as escolas expuseram na matriz curricular dos alunos no referido ano e, bem como, se os alunos já haviam estudado o tema em questão para que se fosse possível diagnosticar a aprendizagem dos mesmos.

A 1ª questão do questionário aplicado foi elaborada de modo a verificar quanto o aluno relacionava a teoria com o fenômeno da dilatação linear presente no dia a dia. A 2ª questão visava saber até que ponto os estudantes conseguiam identificar o significado físico da seguinte equação $\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta \theta$, onde ΔL é a variação do comprimento (o aumento de uma barra metálica por exemplo – o comprimento final menos o inicial). O α é o coeficiente de dilatação linear. $\Delta \theta$ é a variação de temperatura da barra – a temperatura final menos a inicial, assim, a referida equação está relacionada com a dilatação linear dos sólidos. Por fim, a 3ª questão, foi aplicada com o intuito de verificar as dificuldades que os alunos apresentavam com a Matemática na resolução de um problema proposto sobre dilatação linear.

Assim, de forma cronológica, as perguntas dos questionários variaram a indagar aspectos da Física que relacionavam somente características qualitativas até aspectos somente quantitativos, ou seja, que tinham como ponto principal o auxílio da Matemática para resolução do problema.

Nesse sentido, quanto à abordagem da pesquisa, tratou-se de estudo de natureza qualitativa sob a luz dos conceitos de Minayo (2008). Nesta, para a reflexão teórica dos dados encontrados foi utilizada a técnica Análise Textual Discursiva conforme concerne Moraes (1999), com o estabelecimento de categorias de análises (BARDIN, 2011). Percebeu-se que determinados grupos de respostas dos sujeitos da pesquisa convergiram ao passo que foram - pré-selecionadas, analisadas e agrupadas conforme a proximidade de significado entre cada depoimento coletado.

Ademais, ressalta-se que as categorias encontradas foram expostas em quadros demonstrativos (**Quadro I, II e III**) para melhor identificação das mesmas, dos critérios adotados nas análises e discussão dos dados. Bem como, alguns depoimentos dos alunos foram expostos no próximo tópico do artigo, onde foram resguardadas as identidades dos mesmos por meio dos códigos, **A1; A2; A3; A4**.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na 1ª questão, que tratou de um questionamento teórico a cerca do fenômeno da dilatação térmica linear, foi possível observar conforme o quadro abaixo.

Quadro I – categorizações oriundas da primeira questão do questionário

CATEGORIZAÇÃO	CRITÉRIO ADOTADO	QUANTITATIVO DE RESPOSTAS
Respostas em branco	Alunos que não discorreram suas opiniões acerca da indagação	15 estudantes
Respostas fora do contexto	Alunos que citaram exemplos que não tinha nenhuma relação com a dilatação térmica linear	30 estudantes
Respostas satisfatórias	Alunos que citaram exemplos da dilatação térmica linear em seu cotidiano	55 estudantes

Fonte: acervo pessoal dos autores

Nestes termos, constatou-se que 15 estudantes não apresentaram nenhuma ideia para o fenômeno físico vigente, deixando suas respostas em branco. Assim, é importante que o professor procure sempre diagnosticar o nível de seus alunos conforme vai trabalhando nas aulas, tendo em vista que o estudo da Física exigirá sempre dos mesmos capacidade de raciocínio e correlação com o meio externo, por ser uma Ciência que descreve muitos fenômenos naturais. Logo, deve-se dar ao aluno a oportunidade de expressar suas concepções dos fenômenos, de forma direta, experimental, ou de forma indireta, através de registros desses fenômenos, visando compreender se os objetivos propostos com aula estão sendo alcançados.

Por outro lado, observou-se que 30 alunos não souberam responder satisfatoriamente a indagação proposta, conforme evidencia-se na resposta do aluno **A1**: “*Para que o corpo possa ter mais atrito*”. Sugere-se que nesse momento, os conhecimentos prévios dos alunos sejam resignificados e aprimorados de acordo com o tema em estudo conforme Pereira; Padilha (2014). Ao levar em consideração tais conhecimentos prévios o professor estará subsidiando aos estudantes a Evolução Conceitual conforme Pozo e Gomez Crespo (2009), a qual é o momento gradativo da transformação da aprendizagem “equivocada” do aluno na consolidação de um conhecimento de base científica.

No entanto, mais da metade dos entrevistados (55 alunos) responderam satisfatoriamente, portanto explicaram e demonstraram o fenômeno da dilatação térmica adequadamente, como notou-se na resposta do aluno **A2**: “*Porque com a dilatação devido o calor que pode ser transmitido através do Sol, ocorre um aquecimento e o material se expande. Por isso tem que deixar um espaço entre os trilhos e entre os blocos de concretos em pontes*”.

Diante disso, pressupõem-se que os alunos conhecem a teoria do fenômeno e conseguem contextualizar em seu dia-a-dia, fortalecendo o pressuposto de que não necessariamente o estudante precisa ter o conhecimento em Matemática para compreender a Física (LABURÚ; SILVA e SALES 2010).

Não obstante, é necessário que os professores não resumam suas aulas a aplicação de fórmulas matemáticas, mas que possam utilizar a Física como uma ferramenta auxiliadora para compreensão do mundo que nos rodeia. Tentando sempre relacionar os aspectos teóricos com as aplicações na indústria, medicina, tecnologia e engenharia que a Física se faz presente, para que esses conteúdos ganhem mais significados aos estudantes.

Quanto à 2ª questão, a qual questionou o significado físico da equação da dilatação térmica linear $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta \theta$, foram obtidos resultados conforme o quadro abaixo.

Quadro II – categorizações oriundas da segunda questão do questionário

CATEGORIZAÇÃO	CRITÉRIO ADOTADO	QUANTITATIVO DE RESPOSTAS
Respostas em branco	Alunos que não discorreram suas opiniões acerca da indagação	33 alunos
Respostas fora do contexto	Alunos que não souberam expor do que tratava a equação e o significado das grandezas físicas	42 alunos
Respostas satisfatórias	Alunos que souberam expor o objetivo da equação e a descrição correta das grandezas físicas	25 alunos

Fonte: acervo pessoal dos autores

Diagnosticou-se um número elevado de alunos que não respondeu à questão, 33 deles. Enquanto que 42 alunos não souberam descrever do que se tratava a equação e bem como os significados das grandezas físicas. Por outro lado, 25 alunos responderam satisfatoriamente, como a resposta do educando **A3**: “*é a equação que possibilita descobrirmos a dilatação linear, onde ΔL é a variação de comprimento do corpo, α é o coeficiente de dilatação linear, L_0 é o comprimento inicial e o $\Delta \theta$ é a temperatura final menos a inicial*”.

Diante desse cenário, faz-se necessário levantar três considerações importantes. A primeira é que grande parte do público consultado não reconheceu a finalidade, quando se deparou com $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta \Theta$, ou seja, 33 alunos apresentaram dificuldades algébricas, bem como, especificamente, com a utilidade de cada elemento da equação, e que, portanto, não responderam tal pergunta. O que justifica o crescente número de questionários não respondidos (18 alunos a mais não responderam) comparados com a primeira pergunta.

A segunda argumentação se refere aos 42 entrevistados que não apontaram o significado de cada variável, não atingiram o objetivo fundamental de demonstrar qual o objetivo de se usar a expressão. Isso evidencia que há uma lacuna na aprendizagem dos mesmos, em razão da não interpretação conceitual e simbólica das incógnitas.

Por fim, a terceira consideração, mostra que diferente do quantitativo da primeira pergunta (que foi de 55 alunos), nesta as respostas satisfatórias foram apenas um quarto do público, logo houve uma redução considerável 30% que responderam corretamente a primeira pergunta. Isso mostra o que aponta Kiert e Camargo (2012), que devido ao pouco domínio e conhecimento das expressões matemáticas, o estudante acaba tendo conseqüentemente problemas na aprendizagem de Física.

Quanto à 3ª questão, que objetivou verificar quais as dificuldades de aprendizagem enfrentadas com a Matemática na resolução de um problema de Física, obteve-se os resultados apontados no quadro abaixo.

Quadro III – categorizações oriundas da terceira questão do questionário

CATEGORIZAÇÃO	CRITÉRIO ADOTADO	QUANTITATIVO DE RESPOSTAS
Respostas em branco	Alunos que não conseguiram destacar os dados do problema, aplicar a equação e encontrar o valor da incógnita	35 alunos
Respostas fora do contexto	Escreveram sua resposta parcialmente, apenas extraiu os dados do problema e não soube desenvolver os cálculos	60 alunos
Respostas satisfatórias	Alunos que identificaram a fórmula a ser usada, retirou os dados do problema e aplicou corretamente a equação	05 alunos

Fonte: acervo pessoal dos autores

Os resultados mostraram que 35 questionários foram entregues em branco (não responderam), 2 a mais do que na questão anterior. Os obstáculos se concretizaram de vez na referida pergunta, posto que, se tratou de calcular a dilatação térmica linear de uma barra de alumínio aquecida.

Por outro lado, o percentual (60%) maior de toda a pesquisa foi o da quantidade de alunos que escreveram sua resposta parcialmente, pois faltaram com dois ou mais itens estabelecidos, como exemplo a identificação das fórmulas a serem usadas, na substituição de valores de maneira errada, nos resultados (errados) encontrados com unidades incorretas e principalmente, problemas com a multiplicação de potência de base 10, conforme mostra o quadro acima.

Nesse sentido, o número de alunos que não responderam às questões 1, 2 e 3 foi respectivamente de 15, 33 e 35. Esta sequência explicita que as dificuldades de resolução das questões começaram a partir da segunda questão, pois envolveu uma equação Matemática, interpretação das grandezas e a finalidade geral da expressão, traduzindo, dessa forma, as dificuldades matemáticas que os mesmos apresentaram no estudo da Física.

Contudo, dos 100 entrevistados, apenas 5 colocaram suas respostas segundo os critérios adotados, ou seja, identificou a fórmula a ser usada, retirou os dados da questão, substituiu os mesmos corretamente na fórmula e encontrou um valor numérico, bem como especificou a unidade correta no Sistema Internacional (SI). Como pode-se notar na resposta do aluno **A4**:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta \theta$$

$$L = 100 \text{ cm}$$

$$\theta_0 = 0^\circ \text{ C}$$

$$\theta_f = 70^\circ \text{ C}$$

$$\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta \theta = 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \cdot 70 = 2,4 \cdot 7000 \cdot 10^{-5} = 16800 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta L = 0,00168 \text{ m}''$$

Dessa forma, fica a reflexão nos termos de Trindade (1998) e Santos; Gomes e Praxedes (2010) quando o referido autor concerne acerca dos obstáculos oriundos do pouco domínio da Matemática como uma das causas para o insucesso na aprendizagem de Física, isto é, das deficiências cognitivas em relação aos cálculos matemáticos conforme observado entre os estudantes da pesquisa. Portanto, os referidos obstáculos acabam dificultando a aprendizagem da Física, tendo em vista em vista que, a mesma é uma Ciência inevitavelmente quantitativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se, por meio da presente comunicação científica, que, apesar das dificuldades em relação à aprendizagem em Matemática, muitos alunos conseguiram identificar os fenômenos físicos de Calorimetria. Evidenciando que, o grande obstáculo no processo de ensino e aprendizagem em Física consistiu no pouco domínio de conceitos matemáticos.

Assim, fica a reflexão aos professores de Ciências e Física que é importante que estes busquem metodologias que valorizam os conhecimentos prévios e aproximem os conceitos científicos a realidade dos alunos, visando tornar os mesmos mais claros a sua aprendizagem para, assim, aplicar as equações que, também, são importantes e fazem parte da natureza da Ciência em estudo, tendo em vista, o apoio e a atenção diferenciada necessária aos alunos no momento da resolução de problemas que envolvam as equações.

Nesse sentido, propõem-se, por exemplo, que a experimentação empregada na metodologia do professor, levando em consideração a realidade e o grau de desenvolvimento dos alunos, pode ser uma alternativa viável para a amenização das dificuldades que muitos alunos encontram na aprendizagem da disciplina em questão.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. As atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n, 2. 2003.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. 219 p.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 279 p.
- KIELT, E. D; CAMARGO, A. J. A influência da Aprendizagem em Matemática na Aprendizagem em Física. In: III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Paraná, 2012. **Anais eletrônicos...** <<http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20fis/6.pdf>>. Acesso em: 03 Fev., 2017.
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; SALES, D. R. Superações Conceituais de Estudantes do Ensino Médio em Medição a Partir de Questionamentos de Uma Situação Experimental Problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 1402. 2010.
- MINAYO, M. C. S. O Desafio do Conhecimento - **Pesquisa Qualitativa em Saúde**. São Paulo: Hucitec, 2008.
- MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. In: CONFERÊNCIA PROFERIDA NA XI CONFERENCIA INTERAMERICANA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, GUAYAQUIL, EQUADOR, 2013. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf> . Acesso em: 03 fev., 2017.
- NEVES, J. R. S.; GAMA JÚNIOR, R. C.; PEREIRA, G. F. S. **Reflexos concernentes da experimentação no ensino introdutório de Física**. In: I Congresso Internacional de formação de professores do Amapá e III Fórum das Licenciaturas da Universidade do Estado do Amapá, Macapá, 2015.
- OLIVEIRA, M. M. L; COSTA, R. C; SOLETO, D. G; ROCHA FILHO, J. B. Práticas Experimentais de Física no Contexto do Ensino Pela Pesquisa: Uma Reflexão. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 5, n. 3, 29-38. 2010.
- PEREIRA, G. F. S; PADILHA, E. C. P. **A importância dos conhecimentos prévios no ensino de Ciências - A luz da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel**. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – ENAS V, 2014, Belém- Pa.
- POZO, J. I; GÓMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SANTOS, J. C; GOMES, A. A; PRAXEDES, A. P. P. O Ensino de Física: da Metodologia de ensino às Condições de Aprendizagem. In: V Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas, 2010, Maceió. V Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas, 2010. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://dmd2.webfaccional.com/media/anais/ENSINO-DA-FISICA.pdf>>. Acesso em: 22 out., 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TRINDADE, J. F. **Dificuldades na Aprendizagem de Física – Algumas Notas**. 1998. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/234026609_Dificuldades_na_Aprendizagem_de_Fisica_-_Alguma_notas >. Acesso em: 03 fev. 2017.

APÊNDICE

Questionário aplicado aos alunos na realização da pesquisa

Nome: _____ Turno _____ ano _____

Disciplina: _____ Escola _____

Data: ___/___/___

1° Questão: Por que, para alguns materiais, é recomendável deixar pequenos **espaços entre os trilhos das ferrovias e entre os blocos de concreto** de uma ponte?

2° Questão: Qual o significado físico da equação $\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta \theta$?

3° Questão: O comprimento inicial de uma barra de alumínio é 100 cm a 0 °C. Dado o coeficiente de dilatação linear do alumínio $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, suposto constante. Qual a dilatação linear sofrida pela barra a 70 °C?
