

UM ENFOQUE INVESTIGATIVO PARA O RESULTADO DE UMA MEDIDA FÍSICA

ENSINO INVESTIGATIVO

AUTORES: Michele Hidemi Ueno Guimaraes ¹

Mikiya Muramatsu ²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: michele@if.usp.br

Fecha de recepción: 29 - 09 - 2017

Fecha de aceptación: 13 - 11 - 2017

RESUMO

Este trabalho visa apresentar o que foi repensado sobre a metodologia que está sendo empregada nas aulas de laboratório de Física, dos cursos de Ensino Superior. Um roteiro tradicional de uma experiência que é trabalhada em uma universidade particular, da cidade de São Paulo, durante o primeiro ano dos cursos de Engenharia, é parcialmente apresentado. Após um ano, realizando diferentes tipos de experimentos, os alunos ainda apresentam dificuldades, em como escrever corretamente o resultado médio de uma medida física, acompanhado da sua respectiva incerteza. Conceitos como precisão de um instrumento, incerteza de uma medida, desvio padrão ou mesmo unidade de uma grandeza física, pareciam não fazer sentido aos alunos. Diante dessa realidade, estamos propondo um método de ensino, já bastante divulgado na Literatura, mas ainda pouco utilizada pelos nossos colegas brasileiros, que seja baseada na investigação, onde o aluno seja o protagonista de seu aprendizado e não um mero expectador. Apesar de os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) enfatizarem a necessidade de um ensino multidisciplinar, contextualizado e centrado na realidade do aluno, ainda vemos instituições e/ou professores pautados em um ensino tradicional, lecionando disciplinas

¹ Possui licenciatura plena em Física pela Universidade Estadual de Londrina (2002), mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (2004) e doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (2013). Aprovada em primeiro lugar no processo seletivo para professor visitante, da Universidade Federal do ABC - área Ensino de Física (2016) e aprovada em primeiro lugar no concurso público, da Universidade Federal de Ouro Preto - MG - área Física (2016). É pós-doutoranda pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (2016-2018). Terminou, recentemente, o pós-doutorado pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (2014-2016). Durante o ano de 2015, realizou estágio pós-doutoral em Psicologia Clínica no Établissement Public Spécialisé en Santé Mentale de Ville-Evrard - Paris e em Ciências da Educação na Université Lumière Lyon 2 - Lyon, França. Sua pesquisa é na área de Formação de professores de Ciências, atuando na interface Psicanálise e Ensino de Ciências e no Ensino de Física e Atividade Investigativa. Tem experiência na área das Ciências exatas, lecionando disciplinas de Física teórica e experimental. 1

² Concluiu o doutorado em Física pela Universidade de São Paulo em 1987. Atualmente é Professor Associado Sênior do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, onde ingressou no ano de 1972. A produção acadêmica engloba artigos em periódicos especializados, trabalhos em anais de eventos, produtos tecnológicos, capítulos de livros, produção de vídeos e oficinas didáticas para professores e alunos do ensino básico. Ministrou diversos cursos de extensão e cultura. Atua na área de Física, com ênfase em Metrologia, utilizando técnicas ópticas, principalmente holografia interferométrica e speckle. Promove eventos de divulgação científica em escolas públicas e espaços não-formais. Mantém trabalhos de colaboração com grupos de pesquisa nacionais e internacionais.

“engessadas” e desconectadas do seu cotidiano. Se o aluno não puder relacionar o que ele está aprendendo na escola, seja na teoria ou na prática, à sua vivência, esse conhecimento não lhe fará sentido. Ademais, parece-nos que o modelo de “preencher tabelas” não tem propiciado um aprendizado efetivo, nem tampouco, desenvolvido o pensamento do aluno. Para que isso fosse possível, seria necessário despende um tempo maior às aulas de laboratório, bem como ao objeto em estudo e uma reformulação da grade curricular dos cursos de Ensino Superior.

PALAVRAS-CHAVE: laboratório de Física; ensino investigativo; grandezas físicas.

AN INVESTIGATIVE APPROACH TO THE RESULT OF A PHYSICAL MEASUREMENT

ABSTRACT

This work aims to present what has been rethought about the methodology being employed in the physics lab classes, of higher education courses. A script of one experiment worked at a private university in the city of São Paulo, during the first year of the Engineering courses, is partially presented. After a year, carrying out different kinds of experiments, students still have difficulties in how to properly write the average result, with its associated uncertainty, of a physical measurement. Concepts such as accuracy of an instrument, uncertainty of measurement, standard deviation or unit of a physical quantity,

did not seem to make sense to the students. Given this reality, we are proposing a teaching method, already widely reported in the literature, but still not used by our Brazilian colleagues, based on investigation, where the student is the protagonist of their learning and not a mere spectator. Although the National Curriculum Parameters (PCNs) emphasize the need of a multidisciplinary teaching, contextualized and focused on the reality of the student, we still see institutions and/or teachers guided in a traditional teaching, teaching disciplines "casts" and disconnected from their daily lives.

If the student can not relate what he is learning in school, either in theory or in practice, that knowledge will not make sense to him. Moreover, it seems that the model of “filling tables” has not brought an effective learning, nor developed the thought of the student. To make this to be possible, it would be important to devote more time in lab classes, and to rethink the object under study and a reformulation of the curriculum of higher education courses.

KEYWORDS: physics laboratory; investigative teaching; physical quantities.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo estimular uma discussão sobre a metodologia que está sendo empregada nas aulas de laboratório de Física em cursos de Ensino Superior.

O roteiro tradicional dessa experiência tem sido trabalhado em várias instituições de Ensino Superior durante o primeiro ano dos cursos de Engenharia. A partir da experiência docente de um dos autores, em uma universidade particular, da cidade de São Paulo, ficou evidente que, mesmo após vários experimentos realizados, os alunos ainda apresentavam dificuldades, em como escrever corretamente o resultado médio de uma medida física, acompanhado da sua respectiva incerteza.

Alguns nem sequer tinham noção de ordem de grandeza, chegando a exprimir a altura média dos seus colegas como 1,70 cm. Conceitos como precisão de um instrumento, incerteza de uma medida, desvio padrão ou mesmo a unidade de uma grandeza física, pareciam não fazer sentido aos alunos. Esse resultado é muito comum e ocorre em outras experiências e em várias outras instituições.

Nossa ideia seria a reformulação desse roteiro, de modo que, o novo roteiro propiciasse ao aluno uma postura mais ativa diante da aprendizagem de determinado conteúdo.

A Literatura especializada em Ensino de Ciências vem destacando o papel das atividades investigativas na aprendizagem das Ciências, sobretudo, na Física. As abordagens empregadas permeiam desde uma discussão sobre a formação de professores por meio da pesquisa em sala de aula (DEMO, 1998; FRIZON, 2000; GALIAZZI, 2011; UENO-GUIMARÃES; SIMÕES, 2015), até discussões mais gerais sobre atividades investigativas em aulas de Ciências (CARVALHO, 1999; ZÔMPERO; LABURÚ, 2012; CALMETTES, 2009). Contudo, as práticas experimentais voltadas à demonstração ou comprovação de teorias ainda são bastante comuns na escola básica e no Ensino Superior.

Após um levantamento bibliográfico encontramos alguns estudos envolvendo atividade investigativa, na área da Educação (MEYER, 2013) e na área de Biologia (STROHSCHOEN e SALVI, 2013). Entretanto, estudos da aplicação de atividades investigativas em aulas de Física no Ensino Superior são mais raros. O que proporciona maior relevância, ao presente trabalho, visto que a pesquisa na área do Ensino da Física no Ensino Superior vem se desenvolvendo apenas recentemente no Brasil. Em outros países, como Estados Unidos e Canadá, o ensino por investigação já foi implementado (HODSON, 1994; WENNING, 2010, 2011a, 2011b), não somente aos cursos de Física, como em outras áreas do conhecimento.

Apesar de os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também enfatizarem a necessidade de um ensino multidisciplinar, contextualizado e centrado na realidade do aluno, ainda vemos instituições e/ou professores pautados em um ensino tradicional, lecionando disciplinas “engessadas”, fragmentadas e desconectadas do seu cotidiano. Se o aluno não puder relacionar o que ele está aprendendo na escola, seja na teoria ou na prática, à sua vivência, esse

conhecimento não lhe fará sentido. Não só nos Ensinos Fundamental e Médio, como também no Ensino Superior.

Ademais, parece-nos que o modelo de “preencher tabelas” não tem propiciado um aprendizado efetivo, nem tampouco, desenvolvido o pensamento do aluno. Para que isso fosse possível, seria necessário despende um tempo maior às aulas de laboratório, bem como ao objeto em estudo e uma reformulação da grade curricular dos cursos de Ensino Superior, que não priorizassem somente os conteúdos conceituais, mas também os procedimentais e atitudinais do sujeito.

¿A grande questão é por onde começar? Acreditamos que o ensino investigativo seja possível de ser implementado em todos os níveis de ensino; entretanto, para que um professor de Ciências no Ensino Fundamental ou um professor de Física no Ensino Médio esteja habilitado a ministrá-lo, é necessário que ele o tenha visto durante a sua formação inicial, ou seja, no curso de Ensino Superior.

DESARROLLO

I.REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de ensino investigativo recebeu influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey, derivando do termo inquiry (BARROW, 2006). Dewey propôs o ensino por investigação a um grupo de professores, como uma estratégia de ensino, pois o método tradicional era rígido e não permitia ao aluno um envolvimento mais ativo na construção do seu conhecimento (ibid, p. 266). Inicialmente, a proposta era aplicada a aulas práticas, de laboratório. Atualmente, é possível verificar que ela pode ser implementada, inclusive, em cursos teóricos.

Na Literatura é possível encontrar sinônimos, tais como: ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, atividade investigativa ou ainda resolução de situações-problema.

Uma atividade investigativa tem como objetivo criar um ambiente investigativo nas aulas de Ciências, de maneira que o professor possa ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico. A ideia é que eles possam gradativamente ampliar a linguagem e os conhecimentos científicos, o que Sasseron (2010) chama de alfabetização científica.

Lidar com uma prática voltada à investigação requer que o educador seja pesquisador, que seu cotidiano seja objeto de estudo. Nesse sentido, o professor, que busca atuar com uma postura de investigação de suas aulas, passa a entender o aluno não somente como objeto a ser pesquisado, mas também como seu parceiro de trabalho. (DEMO, 1998).

Visto que o ensino por investigação favorece o surgimento de discussão, reflexão, questionamentos, levantamento de hipóteses, etc, é importante

salientar que o espaço didático do laboratório deva propiciar esse tipo de atividade. Deve haver uma mudança na postura de estudantes e docentes, para que se possa trabalhar dessa forma investigativa (idem).

Borges (2002) argumenta que o laboratório sozinho não é capaz de sanar as dificuldades dos alunos, uma vez que mesmo em aulas de laboratório, é necessário todo um acompanhamento dos estudantes, e que o professor tenha contínua vigilância sobre sua fala, para não gerar nos educandos, sentimentos de que a Ciência se faz por meio de observações, medidas e conclusões sobre elas, que devem ser memorizadas ao longo da aula. O autor recomenda ainda, que o professor utilize atividades pré-laboratórios, como forma de organizar o pensamento dos estudantes, para que estes não sintam dificuldade em demasia ao longo das atividades de laboratório.

Independentemente do método de ensino-aprendizagem que o professor escolha, o importante é que o aluno se mobilize, da passividade à atividade (idem, p. 294).

Pode-se dizer que o ensino por investigação é composto por cinco momentos: uma pergunta ou a colocação de uma situação-problema; um momento de investigação, onde os alunos vão procurar a resolução ou a resposta da pergunta colocada; momento de criação ou levantamento de hipóteses, explicação do que está acontecendo; momento de discussão entre os pares, ou seja, entre os membros do grupo; e por fim, um momento de reflexão, quando são colocadas as diferentes opiniões acerca do problema inicialmente proposto. A aprendizagem baseada na investigação pode ser representada, conforme esquema abaixo:

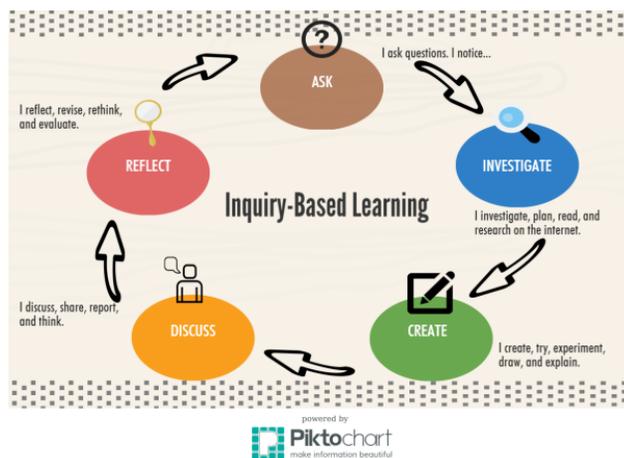


Figura 1. Fonte: internet³

³<http://marsscott.com/teachinglearningandassessments/iste-1-teacher-standard-facilitate-and-inspire-learning-and-creativity/>

É possível concluir que o processo não é fechado após o percurso nos diferentes momentos. A partir do momento de reflexão, outra pergunta pode ser gerada, que leva a outras investigações e assim sucessivamente, até que o grupo chegue a um consenso acerca da resolução do problema.

As atividades investigativas podem apresentar diferentes graus de liberdade, como mostrado no quadro 1 abaixo, reestruturado por mim. Esses graus de liberdade podem ser aplicados não somente às aulas de laboratório, como também em outros contextos. Por P estou representando o professor e A, o aluno. A ideia foi mostrar, a partir do original elaborado por Pella (1969) – fonte Carvalho, (2010) e Zômpero e Laburú, (2011) que além dos 5 graus de liberdade, podemos acrescentar o grau 0 (zero), onde praticamente não há participação do aluno, seja na elaboração do problema, seja na construção do plano de trabalho ou mesmo na obtenção dos dados. Ao contrário, fica ao seu cargo, obter os dados “corretos”, seja de que maneira for, para verificar ou comprovar determinada teoria.

	Grau 0	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	-	P	P	P	P	A
Hipóteses	-	P	P/A	P/A	P/A	A
Plano de trabalho	P	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos dados	Cozimento de dados	A	A/P	A	A	A
Conclusões	P	P	A/P/Class e	A/P/Class e	A/P/Class e	A/P/Sociedade

Quadro 1. Graus de liberdade professor/alunos.

Nesse caso, o problema e as hipóteses não são apresentados. Os textos descrevem a proposta teórica do experimento e passam diretamente para o plano de trabalho, que os alunos devem executar. Eles apenas precisam provar que a teoria está certa. As conclusões já estão dadas.

No grau I, os alunos têm a liberdade intelectual de obter os dados. Caracteriza-se como a aula tipo “receita de cozinha”. O problema, as hipóteses, o plano de trabalho e as conclusões sobre os dados já estão propostos. Basta que o aluno siga o que está no roteiro e faça o experimento preenchendo os espaços reservados para a obtenção dos dados.

No grau II, os alunos têm a liberdade de tirar as suas conclusões a partir dos dados coletados. Isso exige uma mudança estrutural na colocação do problema. Devem ser problemas mais abertos. A elaboração de hipóteses e o plano de

trabalho são realizados pelos alunos, com orientação do professor. As conclusões são elaboradas pelos alunos, mas apresentadas e discutidas com toda a sala.

No grau III, a partir de um problema colocado pelo professor, os alunos elaboram o plano de trabalho para resolvê-lo, discutem entre si, com a ajuda do professor, como vão obter os dados, mas possuem um grau de liberdade maior, em como realizar a experiência. As conclusões são discutidas em grupo e com a sala, sob a orientação do professor.

No grau IV, os alunos recebem o problema do professor e ficam responsáveis por todo o desenvolvimento do trabalho intelectual e operacional.

E por fim, o grau V, onde os alunos são capazes de propor um problema e são capazes de resolvê-lo. Acredito que isso não seja muito comum em laboratórios de Física, mas é o que se propõe em alguns cursos de Mestrado e, principalmente de Doutorado.

II.ROTEIRO PARCIALMENTE UTILIZADO – USO DA TRENA – TEORIA DE ERROS E MEDIDAS

1) Altura média: ¿Qual é a altura média de seus colegas de equipe? Utilize uma trena para medir a altura de cada um. Preencha a tabela abaixo com a altura anotada em cm. Inclua duas casas decimais, a primeira para mm e a segunda para uma estimativa dos décimos de mm. Por exemplo, se a sua altura for 1,70 m escreva 170,00 cm.

Tabela 1. Altura dos alunos

i	Altura H_i (cm)
1	
2	
3	
4	
Média \bar{H}	

A média \bar{H} é a soma das alturas dividida pelo número de linhas preenchidas, ou seja, pelo número de medidas realizadas. A soma é expressa pelo símbolo sigma Σ (Leia somatória). O número máximo de medidas realizadas é em geral expresso por N. Na fórmula para expressar a média coloca-se uma barra sobre a letra H: $\bar{H} = \frac{1}{N} \times \Sigma_{i=1}^N H_i$. Leia: “A altura média é igual à somatória das alturas de índice 1 até N dividida pelo número máximo de medidas N.”

2) Desvio: Cálculo do desvio quadrático d_i^2 para cada medida das alturas. Escreva d_i^2 com duas casas decimais (duas casas após a vírgula). Escreva a Soma da mesma forma.

Tabela 2. Desvios das alturas

i	Desvio d_i^2 (cm^2)
1	
2	
3	
4	
Soma d_i^2	

O desvio quadrático da medida (d_i^2) é calculado pela diferença entre o valor médio \bar{H} e o valor da medida H_i e somente depois eleva-se esta diferença ao quadrado.

A fórmula matemática que representa d_i^2 é assim:

$$d_i^2 = (\bar{H} - H_i)^2$$

3) Incertezas: Cálculo do desvio padrão do conjunto de medidas (dp) e do desvio padrão da média (dpm):

A soma dos desvios quadráticos está expressa na última linha da tabela acima (item 2). A fórmula matemática para esta somatória é escrita assim: Soma $d_i^2 = \sum_{i=1}^N d_i^2$. O desvio padrão (dp) é calculado assim:

$$d_p = \sqrt{\frac{\text{Soma } d_i^2}{(N - 1)}}$$

Escreva o resultado com apenas dois algarismos significativos. O zero à esquerda da vírgula (sozinho) e quaisquer outros zeros que vierem em seqüência, nunca são tratados como significativos. Significativos são todos aqueles que aparecem à direita depois do primeiro que não for zero, incluindo também outros zeros que vierem. Não esqueça a unidade da medida.

Resp.: dp = _____

O desvio padrão da média dpm é calculado assim:

$$d_{pm} = \sqrt{\frac{\text{Soma } d_i^2}{N(N-1)}}$$

Calcule e escreva o resultado com apenas dois algarismos significativos. Os zeros à esquerda nunca são tratados como significativos. Não esqueça a unidade da medida.

Resp.: $d_{pm} =$ _____

Escreva o resultado final para a medida média no formato padronizado: $H = (\bar{H} \pm d_{pm})\text{unidade}$. Utilize os valores de \bar{H} e d_{pm} na mesma unidade e iguale as casas decimais. Não esqueça a unidade da medida no final.

$H = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$

III.DISCUSSÃO DO ROTEIRO APRESENTADO

Este é o roteiro, parcialmente utilizado, em uma Instituição particular de Ensino Superior, da cidade de São Paulo.

Como é possível visualizar, o roteiro é pré-estabelecido e auto explicativo, não possibilitando ao aluno refletir sobre o que ele deveria fazer. Apenas preencher os espaços vazios.

Inicialmente, ao experimento, uma explicação é dada pelo professor, sobretudo às grandezas desconhecidas pelos alunos e como eles deveriam proceder para retirar os dados.

Apesar da explicação dada, com relação ao significado físico de cada grandeza, que eles deveriam calcular, posteriormente ao experimento, o que mais nos surpreendeu foi o fato das próprias medidas não fazerem sentido a alguns alunos.

A Tabela 1 deveria constar a altura de cada componente do grupo. Essa seria a parte experimental. A Tabela 3 mostra os dados obtidos por um dos grupos:

Tabela 3 – Altura dos alunos

i	Altura H_i (cm)
1	1,65
2	1,70
3	1,68
4	1,66
<i>Média \bar{H}</i>	1,6725

As dúvidas começaram para se expressar o valor médio. Quantos números deveriam aparecer depois da vírgula? Nesse caso, não houve nenhuma inconsistência, por parte dos alunos, quanto aos valores expressos.

Parece-nos que o proceso está tão automatizado, que para alguns alunos, expressar a sua altura como 1,65 cm é normal. Eles não têm estimativa de ordem de grandeza. Não pensam sobre o que estão fazendo, simplesmente executam.

Outra dificuldade apresentada pela maioria dos alunos, é com relação à unidade de medida, seja porque ela não aparece, seja porque eles não sabem discernir, qual unidade deveriam utilizar para expressar o desvio padrão e o desvio padrão da média.

Essa é nossa principal crítica com relação ao modelo estabelecido em algumas Instituições. Os roteiros, em geral, não são contextualizados, trazem pouca ou nenhuma associação com aquilo que o aluno vivencia e não possibilita um aprendizado mais efetivo.

Podemos afirmar isso, embasados nos demais experimentos que realizamos ao longo do ano. Em vários deles, a ideia era expressar uma medida física e sua respectiva incerteza, independentemente do experimento. Infelizmente, poucos foram os alunos que obtiveram um rendimento satisfatório.

Dessa maneira, estamos propondo que este roteiro seja trabalhado com os alunos de uma maneira contextualizada. O professor poderia falar, por exemplo, a história das medidas de comprimento, a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade e teve a necessidade de medir a dimensão de suas terras e construções.

Outra possibilidade, seria descrever as situações práticas, relacionadas ao nosso cotidiano, incluindo as medidas de comprimento, onde a utilização de uma régua necessita algum conhecimento do sistema métrico.

Poderia também mencionar a necessidade de diferentes tipos de instrumentos, de acordo com aquilo que vamos medir. Por exemplo, não medimos a espessura de um fio de cabelo com o mesmo instrumento que medimos uma parede.

A ideia seria mostrar aos alunos as maneiras corretas de comparação, de modo que ele possa identificar qual instrumento será necessário utilizar, de acordo com determinada situação e que cada instrumento de medida requer uma precisão. A precisão de uma trena é diferente da de um paquímetro ou de um micrômetro.

Nesse caso, é importante ressaltar que existe um Sistema Internacional de unidades, cujo objetivo é uniformizar as unidades de medida e no qual, podemos estabelecer relações de conversão, entre os múltiplos e submúltiplos de determinada unidade.

O grande avanço da atualidade, na área da Medicina, tem sido a possibilidade de se diagnosticar determinada doença com mais precisão. Isso foi possível

devido à interação entre físicos, aqueles que sempre procuram medidas cada vez mais precisas e médicos, em geral, mais empíricos. Dessa maneira, podemos mostrar aos alunos qual a importância de uma medida física, relacionando-a ao nosso cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“A grande crítica ao Ensino de Ciências, feita a partir do século XX, e aqui incluímos o Ensino de Física, foi que o ensino era proposto para aqueles com facilidade para as Ciências, visando formar cientistas”. (CARVALHO, 2010, p. 56).

A maioria dos estudantes era deixada de lado, sem entender nada do que aprendiam e principalmente, sem gostar da Física, enquanto se procurava um único jovem capaz de se tornar um cientista. Ninguém gosta daquilo que não entende. Isso quer dizer que, se o novo conhecimento não fizer sentido ao aluno, ou seja, se ele não puder relacioná-lo ao seu cotidiano, todo o esforço que o professor fez foi em vão.

Porém, parece-nos que o problema maior situa-se em relação a como esse conhecimento é transmitido ao aluno. Há um ciclo vicioso no processo de ensino.

Propomos neste trabalho, um método de ensino já bastante divulgado pela Literatura, mas não adotado pela maioria dos professores, ou seja, um ensino investigativo, onde o aluno possa ser o protagonista do seu aprendizado.

Estamos ainda distantes dessa realidade, visto que a formação inicial e continuada de professores de Ciências ainda não privilegia esse tipo de discussão e abordagem (GALIAZZI, 2011), dificultando a utilização de metodologias como essa, em sala de aula. Para que isso ocorra é fundamental que docentes e discentes assumam uma postura diferenciada em relação à atividade pedagógica e ao conhecimento abordado.

A proposta apresenta diversos benefícios à aprendizagem, porém não deve ser entendida como a única forma de se trabalhar, sob o risco de se cair em reducionismos e continuar na mesma relação estagnada habitual (DEMO, 1998).

REFERÊNCIAS

- Demo, P. (1998). Educar pela pesquisa. Campinas: Editora Autores Associados.
- Frison, L. M. B. (2000). Pesquisa como superação da aula copiada. In.: Atas do III SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, Porto Alegre.
- Galiazzi, M. C. (2011). Educar pela pesquisa. Ijuí: Editora da UNIJUÍ.
- Ueno-Guimarães, M. H.; Simões, B. S. (2015). Como se chegar ao valor da aceleração da gravidade: processo demonstrativo ou investigativo? In: Atas do XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Uberlândia – MG, 26 a 30 de janeiro de 2015.
- Carvalho, A. M. P. (1999). Termodinâmica: Um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP.

Zômpero, A. e Laburú, C. E. (2012). Implementação de atividades investigativas na disciplina de Ciências em escola pública: Uma experiência didática. At http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID311/v17_n3_a2012.pdf. Acesso em: 14 fev. 2014.

Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en Physique. SPIRALE – Revue de Recherches en Éducation – N° 43 (139-148).

Meyer, D. E. E. Postura investigativa no Ensino Superior. (2013). Conferência proferida no dia 31/07/13 na Capacitação para Professores e Tutores 2013/2: Postura Investigativa no Ensino Superior na Unisinos, São Leopoldo - RS. At <http://unisinos.br/blogs/formacao-docente/files/2013/08/DAGMAR-Postura-investigativa-no-Ensino-Superior.pdf>. Acesso em: 07 out. 2015.

Strohschoen, A. A. G. e Salvi, L. C. (2013). Construindo práticas educativas no Ensino Superior: roteiros de atividades experimentais e investigativas. Lajeado – RS, Ed. da Univates, 91 p. At https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/12/pdf_12.pdf. Acesso em: 07 out. 2015.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, v. 12, n. 3, p. 299-313.

Wenning, C. J. (2010). Levels of inquiry: using inquiry spectrum learning sequences to teach Science. JOURNAL OF PHYSICS TEACHER EDUCATION ONLINE. 5(4), Summer, p. 11-19.

_____. (2011a). Experimental inquiry in introductory physics courses. JOURNAL OF PHYSICS TEACHER EDUCATION ONLINE. v. 6, n. 2, p. 2-8.

_____. (2011b). The levels of inquiry model of Science teaching. JOURNAL OF PHYSICS TEACHER EDUCATION ONLINE. 6(2), Summer, p. 2-9.

Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. JOURNAL OF SCIENCE TEACHER EDUCATION, 17:265–278. Available in: http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/4_Abriefhistoryofinquiry.pdf.

Sasseron, L. H. (2010). Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: Um diálogo na estrutura do ensino de Física. In ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: Cengage Learning. – Coleção ideias em ação.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA, v. 19, n. 3: p. 291-313, dez.

Carvalho, A. M. P. (2010). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning. – Coleção ideias em ação.

Zômpero, A. F. e Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/download/309/715>. Acesso em: 14 fev. 2014.