

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: UTILIZAÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMAS NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE ONDAS SONORAS

Carla Valéria Ferreira Tavares¹
Rejane Maria da Silva Farias²
Inaldo Jerfson Sobreira da Silva³

RESUMO

O Ensino-aprendizagem é um processo que sempre esteve presente, seja de forma direta ou indireta nos relacionamentos entre os humanos. O bom desenvolvimento desta relação dependerá de um bom diálogo e do uso de recursos didáticos por parte do professor. As atividades inovadoras e o uso de situação problemas enquanto estratégia de ensino tem sido defendida no ensino da Física, sobretudo como possibilidade de despertar a curiosidade e o consequente interesse do estudante. Nesta pesquisa objetivou-se analisar as possibilidades e limitações das atividades investigativas na compreensão de fenômenos sonoros, ondas sonoras e propriedades físicas do som. As intervenções foram realizadas numa turma do Ensino Médio na rede pública do Estado da Pernambuco e organizadas de acordo com pressupostos de Vygotsky que toma como base, a ideia de que o ser humano constitui-se enquanto tal, quando se relaciona com os demais e que este desenvolvimento é produzido pelo processo de internalização da interação social.

Palavras-chave: Ondas sonoras; Atividades investigativas; Situação problema.

I. INTRODUÇÃO

No contexto que marca o início do século XXI, novas e diferentes competências vêm sendo exigidas de professores e estudantes e cada dia fica mais difícil acompanhar os apelos e atrativos tecnológicos impostos pelo mercado. Devido a este e outros fatores, o cenário aponta para a quase impossibilidade de se manter no mercado profissional da educação insistindo no antigo estilo tradicional de ensino. Ao longo dos anos este modelo vem se mostrando defasado da realidade e apresentando resultados insatisfatórios em relação à aprendizagem.

Com uma adaptação aos novos contextos, a escola vem se transformando por sua eficácia na qualidade de ensino e sua capacidade de preparar o estudante para ingressar no mercado de trabalho. Neste novo contexto, é necessária a criação de condições concretas para a realização de aulas diferenciadas e inovadoras, que provoquem mudanças e melhorias efetivas na qualidade do ensino de ciências.

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/ CCT , mail: carmem189@hotmail.com;

² Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/ CCT, mail: rejane.silvarms@hotmail.com;

³ Doutorando em Física pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB/, mail: inaldo.fisica@gmail.com

De acordo com Delizoicov (2002) para que a aprendizagem dos conhecimentos científicos em sala de aula se transforme em um desafio prazeroso e significativo para o professor e para o conjunto dos estudantes, é necessário transformá-la em um projeto coletivo, em que a busca do novo, com suas potencialidades e seus riscos, seja uma oportunidade para o exercício de aprendizagens, relações sociais e valores éticos.

Nesta perspectiva é fundamental que o professor assuma um novo papel dentro do contexto de ensino e aprendizagem, abandonando o papel de transmissor de informações e assumindo a tarefa de planejamento, mediação, orientação e coordenação de processos de ensino e aprendizagem.

Diante o exposto, as atividades investigativas possibilitam uma maior compreensão da ciência como processo, potencializando o desenvolvimento de atitudes científicas na explicação de fenômenos naturais?

No sentido de responder essa questão, colocamos os seguintes objetivos de pesquisa, a partir de intervenções didáticas em aulas de Física no Ensino Médio:

➤ **Geral**

Analisar as possibilidades e limitações de atividades investigativas na compreensão de fenômenos sonoros, ondas sonoras e propriedades físicas do som.

➤ **Específicos**

1. Elaborar questões/problemas que possam ser solucionadas a partir de atividades investigativas;
2. Discutir o modelo de ondas mecânicas em cordas e tubos que envolvam situações problema reais no ensino de Física;
3. Analisar as discussões e os questionamentos apresentados pelos estudantes no decorrer das atividades, identificando, sobretudo, habilidades e competências que revelem atitudes científicas no comportamento dos estudantes.

Nesse sentido, a pesquisa contribui com uma estratégia construtiva no sentido de apresentar aos docentes sequencias de atividades relacionadas com a temática Ondas Sonoras, na promoção de que os mesmos resolvam os problemas propostos, adquirindo autoconfiança, nas etapas de construção de seu próprio conhecimento.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1 Vygotsky e o Desenvolvimento da Aprendizagem

O processo de aprendizagem vem sendo estudado desde o século passado, porém sua maior relevância surgiu entre as décadas de 1950 e 1970. Diversos conceitos foram apresentados como uma tentativa de melhor explicar a aprendizagem e como se dá o seu processo.

A aprendizagem implica numa relação bilateral, tanto da pessoa que ensina como da que aprende, pois é um processo evolutivo e constante, que envolve um conjunto de modificações no comportamento do indivíduo, tanto a nível físico como biológico, e do ambiente no qual está inserido, onde todo esse processo surgirá sob a forma de novos comportamentos (VIGOTSKY (1995) apud ANTUNES (2015)).

Assim, a aprendizagem é um processo de aquisição e assimilação mais ou menos consciente, de novos padrões e novas formas de perceber, ser, pensar e agir. Assim:

Os educadores não podem limitar o saber fazer, mas devem estar consciente e dar razões porque procedem desta e daquela forma. É que a tarefa educativa não é só uma arte que se aprende empiricamente, mas radica em reflexões profundas de natureza filosófica e em acuradas investigações de índole científica. Só tomando consciência destes pressupostos básicos poderão os educadores fazer uma obra verdadeiramente humana (ANTUNES, 2015, p. 96).

Concluiu-se que a aprendizagem é um processo de mudança de comportamento que é obtido através da experiência construída por fatores emocionais, neurológicos, relacionais e ambientais, pois, aprender é o resultado da interação entre estruturas mentais e o meio ambiente (VIGOTSKY, 1995).

III. METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO INVESTIGADA

3.1 Construção do conhecimento – Situações Problemas

Foi relacionado com os conteúdos sobre Ondas Sonoras e as definições dos conceitos abordados durante a pesquisa e foi dividido em três etapas. Essa etapa foi extremamente importante, pois levam em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Para isso, optamos por o uso de situações-problemas que envolveram os conceitos sobre a propagação

do som, promovendo um pensamento crítico no estudante, e que os mesmos se sentissem desafiados a alcançar a resposta para tal situação.

Como construção do objeto de investigação de uma situação-problema Schmitz (2004), considera as seguintes características:

A proposta de ser percebida pelos alunos como um problema a ser resolvido. Deve ser adaptada ao nível de conhecimento dos mesmos, como também, ser suficientemente instigadora para que os alunos sintam a necessidade de abordá-la. A proposta tem que apresentar um intervalo de tempo disponível e apropriado para a excussão e ser passível de abordagens multidisciplinares e por fim percebido com alguma importância extraclasse (SCHMITZ, 2004, p. 5).

Com a utilização de uma situação que envolva um problema a ser estudado, o processo de aprendizagem passa a ser um ambiente com novas informações, que promove novos modos de perceber, de agir, de pensar e de ser de estudante.

A problematização foi apresentada por meio do roteiro com uma sequência investigativa sobre a propagação do som, nas seguintes etapas: a propagação de sons fortes e(ou) fracos, a propagação do som a pequenas e grandes distâncias, e a propagação do som em ambientes fechados e(ou) abertos. Ao final de cada pergunta o estudante foi convidado a justificar sua resposta.

O trabalho foi estruturado em três etapas desenvolvidas nos contra turnos dentro da própria escola. A organização metodológica da sequência da intervenção investigada encontra-se descrita no **Quadro 1**.

Etapas	Problematização	Objetivos
Etapa I: A propagação de sons fortes e fracos	<ol style="list-style-type: none"> 1. O som chega mais ao garoto antes do som fraco? 2. O som chega depois do som fraco? 3. Os sons fracos chegam ao mesmo tempo? 	Relacionar a intensidade e frequência sonora, propriedade do som com situações do cotidiano do estudante.
Etapa II: A propagação do som a grandes pequenas distâncias	<ol style="list-style-type: none"> 1. O som 'vai parando' à medida que percorre distâncias cada vez maiores? 	Ampliar as discussões sobre a propagação da velocidade sonora, e a distância percorrida, relacionando com a intensidade do som.
Etapa III: A propagação do som em ambientes fechados e abertos	<ol style="list-style-type: none"> 1. O som se propaga com a mesma velocidade em um tubo e no ar livre? 	Diferenciar a propagação da velocidade do som num tubo e no ar livre, caracterizando-a nos espaços fechados ou abertos.

Fonte: Dados para fins de pesquisa, TAVARES (2018).

Participaram da intervenção 35 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, com duração de 50 minutos cada aula, por cerca de uma semana. Durante as atividades correspondentes a sequência didática, os estudantes foram distribuídos por equipes.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a aplicação do nosso trabalho de pesquisa, recolhemos materiais para posteriores análises e discussões. Os materiais foram desde impressões pessoais e opiniões dos estudantes sobre as aplicações das atividades investigativas, como a descrição da atividade e conhecimento prévio; a situação que envolve o problema, logo a construção do conhecimento e o surgimento das hipóteses.

Nessa etapa, estávamos interessados em investigar as situações de problemas reais, discutindo a importância dos fenômenos sonoros e o modelo de ondas mecânicas sobre a *propagação dos sons fortes e fracos; a propagação do som a pequenas e grandes distâncias, e a propagação do som em ambientes fechados e abertos*, contribuindo para a construção do conhecimento sociointerativo.

De acordo com Vigotski apud Gaspar, (2014, p. 30) o estudante aprende mais quando em colaboração com um parceiro mais capaz a prática pedagógica deve ser elaborada para que o estudante resolva um novo problema e que professor possa acompanhar a resolução passo-a passo, interagindo com eles na apresentação do enunciado, no encaminhamento da solução, na sugestão de procedimentos de análise de cálculos e até na discussão dos resultados.

Consideradas essas premissas, o objetivo da atividade foi relacionar o conceito de ondas sonoras com suas aplicações no cotidiano do estudante (Figura 1).

Figura 1. Discussão por equipes sobre a propagação do som forte e fraco.




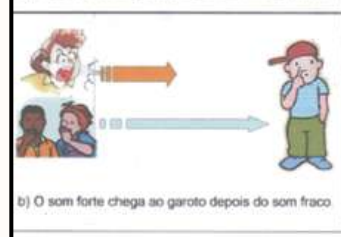

Fonte: Tavares (2018).

Após isso, os estudantes participaram de uma discussão sobre os conceitos científicos de ondas sonoras, suas características, propriedades e contribuição no cotidiano social.

Optamos por apresentar nesse bloco a primeira situação problema da sequência de atividades investigativas. Escolhemos analisar duas interpretações dos trinta e cinco participantes da pesquisa, e identificamos como estudante (A) e estudante (B).

Etapa (I) – problematização: investigar se um som forte viaja mais rápido do que um som fraco. A pergunta relacionada ao problema proposto foi: De acordo com a figura analise e responda; o ‘som forte chega ao garoto antes do som fraco’?

Figura 2. Interpretação do estudante (A), propagação de sons fortes e fracos

 <p>a) O som forte chega ao garoto antes do som fraco.</p>	<p>Justifique sua resposta:</p> <p><i>Sim, porque sons fortes tem frequência maior e é mais audível.</i></p>
 <p>b) O som forte chega ao garoto depois do som fraco</p>	<p>Justifique sua resposta:</p> <p><i>Não, porque o som fraco tem menor frequência e é menos audível.</i></p>
 <p>c) Os sons forte e fraco chegam ao mesmo tempo.</p>	<p>Justifique sua resposta:</p> <p><i>Não, porque os sons fracos e fortes tem diferenças audíveis.</i></p>

Fonte: <www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Sergio_Tobias/material_instrucional.pdf>.

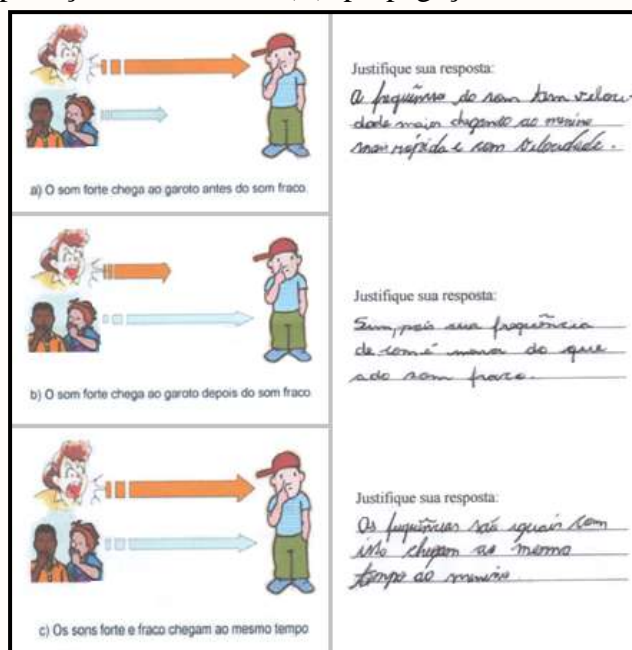
Adaptado Tavares, 2018.

Logo após o término da discussão com os estudantes, foi solicitado que os mesmos lessem o material distribuído e justificassem cada uma das situações propostas. Recortamos a justificativa do estudante (A) Figura 2, e analisamos as três explicações para cada situação de propagação do som.

Na opção da (letra a) o estudante responde que “*Sim*”, “*o som forte chega ao garoto antes do som fraco, afirmando que tal fenômeno, ocorre devido ao som forte ter frequência maior do que o som fraco e por ser mais audível*”.

Já na opção da (letra b) o estudante responde que “*Não*”, o mesmo afirma que, o “*som forte que chega ao garoto, não chega depois do som fraco, pois, o som fraco, tem menor frequência, logo menos audível*”. Na opção de (letra c) o estudante ao comparar e a pergunta e a figura responde que “*Não*”, “*os sons fortes e fracos, não chegam ao mesmo tempo, ambos tem diferenças audíveis, logo não tem mesma intensidade*”.

Figura 3: Interpretação do estudante (B), propagação de sons fortes e fracos.



Fonte: <www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Sergio_Tobias/material_instrucional.pdf>. Adaptado Tavares, 2018.

Em relação às justificativas dadas pelo estudante (B) na opção de (letra a) se o som forte chega ao garoto antes do som fraco, o mesmo respondeu que “*a frequência do som tem velocidade maior, portanto, chega ao menino mais rápido e com velocidade maior*”.

Na justificativa da (letra b) o estudante afirma que “*a frequência do som mais forte ficou menor, logo, o som mais fraco chega primeiro ao menino*”. Já na justificativa da (letra

c) o estudante descreve que “*as frequências são iguais tanto para o som forte, quanto para o som fraco e que as duas chegaram ao mesmo tempo*”.

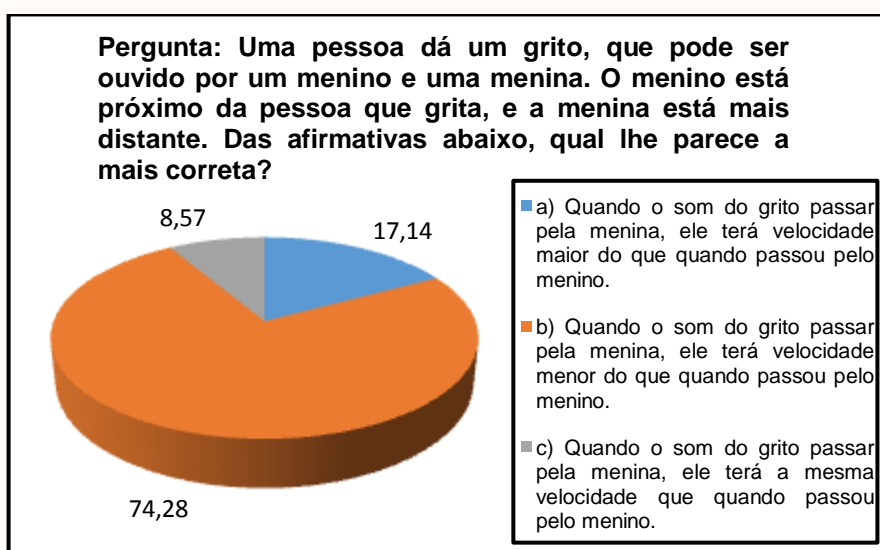
Notamos que as respostas do estudante (A) e estudante (B) possuem a concepção de que o som esta relacionado apenas com a velocidade e a frequência, diferenciando um som forte de um som fraco.

Percebe-se que os estudantes não mencionaram que a intensidade sonora, é quem permite essa diferença entre o som fraco de (baixa intensidade) e o som forte de (alta intensidade), apresentando dificuldades, os mesmos não relacionaram a intensidade com a energia de vibração da fonte que emite as ondas sonoras.

Na opinião de Carvalho (2013, pg. 30), as questões que provocam esse tipo de conflito cognitivo, contribuem para um melhor entendimento de por que os estudantes erram ou fragmentam suas respostas e, mesmo o professor não aceitando esses conflitos, deve trabalhar com eles, transformando-os em situações de aprendizagem.

Na etapa (II) – apresentamos uma situação de propagação do som a grandes e pequenas distâncias, com a seguinte problematização: *O som ‘vai parando’ à medida que percorre distâncias cada vez maiores?*

Gráfico 1. Análise realizada a partir dados fornecidos pelas respostas do problema proposto sobre a distância que o som percorre de um ponto a outro.



Fonte: Arquivo do autor, dados para fins da pesquisa, TAVARES (2018).

Analisando as respostas dadas pelos estudantes nessa etapa da atividade, observou-se que eles relacionaram a distância entre as duas pessoas com a velocidade do som. Observa-se

que 74,28% dos estudantes, afirmam que o som do grito quando passar pela menina, terá velocidade menor do que quando passou pelo menino.

Já 17,14 % dos estudantes possuem a concepção de que o som do grito ao passar pela menina terá velocidade maior do que, quando passou pelo menino. Enquanto 8,57% dos estudantes acreditam que o som do grito que passa pela menina, terá a mesma velocidade do som do grito quando passou pelo menino.

Foi percebido como os estudantes já começam a modificar seus conceitos, distanciando-se do senso comum. Além disso, verifica-se que a variação no sistema de construção das respostas, no que se diz respeito aos tipos de propagação do som a grandes e pequenas distâncias, foi relevante, aproximando-se do conceito científico.

Nesse último bloco de atividades Figura 5, destinado a etapa (III) – sobre a propagação do som em ambientes fechados e abertos, foi sugerido o seguinte problema: O *‘som se propaga com a mesma velocidade em um tubo e no ar livre?’*

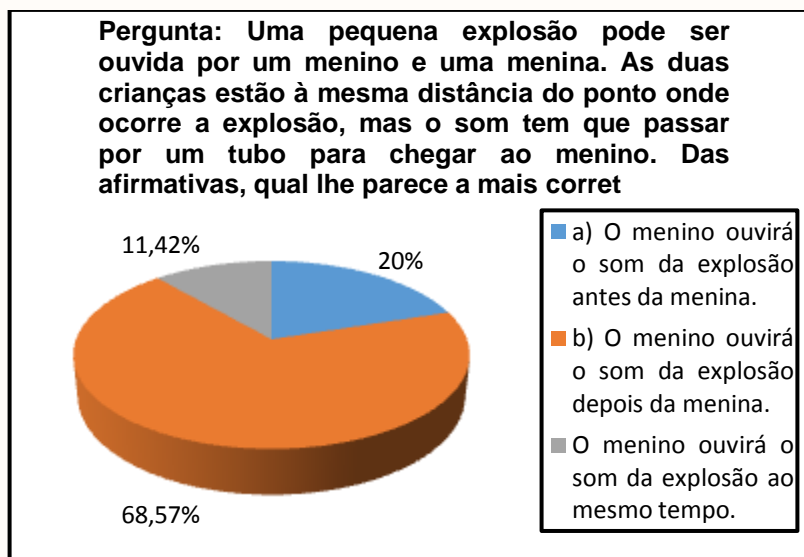
Figura 5. Discussão por equipes sobre a propagação do som com a mesma velocidade num tubo e no ar livre.



Fonte: Tavares (2018).

Nesta etapa, os estudantes ainda em grupos, participaram da atividade com a solução do problema exposto, por meio de uma discussão que envolveu a escolha da alternativa julgada como correta, logo após, a uma breve exposição das definições sobre o som em ambientes abertos e fechados.

Gráfico 2. Dados do problema proposto sobre a propagação do som em ambientes fechados e abertos.



Fonte: Arquivo do autor, dados para fins da pesquisa, TAVARES (2018).

Percebe-se que 68,57%, mais da maioria dos estudantes, afirmam que o menino ouvirá o som da explosão depois da menina. Outros 20% afirmam que O menino ouvirá o som da explosão antes da menina. Já 11,42% dos estudantes compartilham a ideia de que menino ouvirá o som da explosão no mesmo tempo da menina.

Os 68,57% dos estudantes relacionaram a resposta ao comportamento do som em ambientes abertos e fechados, analisando se a velocidade do som no interior do tubo era maior, igual, ou menor do que a velocidade do som no ar. Depois de uma boa discussão, chegaram à conclusão de que na passagem pelo tubo, o som perde velocidade, de modo que a velocidade do som no ar será maior do que no tubo. A propagação do som no tubo perde velocidade devido à coluna de ar onde são produzidas; isso acontece por meio da superposição e da pressão gerada em uma das extremidades do tubo.

A cooperação entre os estudantes é algo que merece destaque com uma garantia de um tempo para a comunicação, reflexão, e argumentação entre os participantes, é fundamental (GASPAR, 2014).

Nessa questão, sentindo-se desconfortáveis com a concepção de que a velocidade som é menor dentro de tubos, os próprios estudantes decidiram reproduzir o evento na prática, idealizando um experimento para tentar confirmar empiricamente o que haviam respondido teoricamente.

Para reproduzir o fenômeno, utilizaram um tubo de PVC, que media 50 cm de comprimento Figura 6, procurando identificar alguma diferença no intervalo de tempo a ouvir uma batida de palmas a mesma distância.

Figura 6. Reprodução do fenômeno num tubo de PVC com o estalo das mãos.



Fonte: Tavares (2018).

Momento em que o estudante se dedica à própria compreensão de uma ideia e consolida a estrutura mental que lhe permiti compreendê-la (GASPAR, 2014).

Diante os resultados, podemos observar que as atividades de conhecimento físico para aprimorar situações e familiarizam os estudantes com problema proposto, estimulando-os a pensar sobre o seu mundo físico e a relacionar as respostas desenvolvidas em sala de aula com o seu cotidiano.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho de pesquisa pretendeu-se responder a seguinte pergunta: As atividades experimentais investigativas possibilitam uma maior compreensão da ciência como processo, potencializando o desenvolvimento de atitudes científicas na explicação de fenômenos naturais?

A proposta foi executada por meio de uma sequência estruturada para ser aplicada em salas de aulas do Ensino Médio. Para isso, o conteúdo curricular escolhido foi Ondas Sonoras, por apresentar um potencial de interesse nos estudantes com possibilidade de atividades

contextualizadas. Outro fator que contribuiu para a escolha do conteúdo foi à constatação de que o mesmo não é ministrado pela grande maioria dos professores.

No que se refere à etapa da pesquisa sobre as intervenções didáticas com o uso de sequências investigativas, observou-se algumas limitações, uma delas foi às dificuldades que os estudantes tiveram em relacionar os conteúdos de ondas com situações do seu cotidiano. Outra limitação foi à relação da problematização proposta e o conceito científico, os estudantes apresentavam em suas análises conceitos fragmentados sobre ondas sonoras.

Como possibilidade de diminuir essas dificuldades utilizou-se a concepção vigotskiana, que valoriza as interações sociais em sala de aula. Para isso, foi introduzida atividades de sondagem sobre o universo dos conhecimentos espontâneos que os estudantes dispunham sobre o fenômeno abordado, com procedimentos e manipulação de instrumentos didáticos para resolver o problema proposto.

Quanto ao processo de ensino por investigação, a pesquisa pautou-se na diretriz que o procedimento fosse realizado pelos estudantes, por meio de um problema proposto para a sua resolução, instigando os estudantes ao gosto de experimentar desafios, enfrentar as dificuldades e, finalmente, resolver o problema exposto.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria?!: Em minha sala de aula**. 10^a ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

DELIZOICOV, D. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. IN: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Cengage Learning. 2013.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências**. 2^a ed. – São Paulo: Livraria da Física, 2014.

SCHMITZ, C. J. P. Alves Filho. Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_2/08-RSA-12-12.pdf>. Acesso em 08 de Mai. de 2019.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.