



Vitruvian Cogitationes - RVC

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA A ABORDAGEM SOBRE ESPECTROSCOPIA

PROPOSAL FOR AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE FOR THE SPECTROSCOPY APPROACH

PROPUESTA DE SECUENCIA DE ENSEÑANZA INVESTIGATIVA PARA EL ENFOQUE DE ESPECTROSCOPIA

Thiago Silva Paiva

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC; thiagosilva93@hotmail.com

Maxwell Siqueira

UESC; mrpsiqueira@uesc.br

Resumo: As escolas públicas brasileiras estão passando por um período de transformações devido à baixa qualidade do ensino. De acordo com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), desde 2011 não há um crescimento educacional no país, refletindo conseqüentemente no Ensino de Ciências, no qual o Brasil se encontra nas últimas posições de acordo com os dados obtidos pelo Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), ficando atrás de países vizinhos como a Argentina, Chile, Uruguai e Colômbia. Diante dessa realidade, o presente estudo tem o objetivo de propor uma sequência de ensino investigativa pautada nos os pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), bem como a contribuição de Vygotsky, relacionando a experimentação de baixo custo para abordar um conteúdo de Física Moderna e Contemporânea. Essa sequência didática será proposta como contexto da educação básica para alunos da 3ª Série do Ensino Médio, abordando a Espectroscopia. A proposta busca utilizar a experimentação numa perspectiva investigativa a fim de possibilitar uma aula mais interativa para os alunos, permitindo desenvolver habilidades relacionadas a Alfabetização Científica. Desta forma espera-se que a partir dos pressupostos do ENCI encontrados na sequência didática, ofereça uma participação mais ativa promovendo a Alfabetização Científica dos alunos no Ensino de Física no âmbito escolar.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação; Experimentação; Espectroscopia.

Abstract: Brazilian public schools are going through a period of transformation due to the low quality of education. According to the Basic Education Development Index (IDEB), since 2011 there has been no educational growth in the country, consequently reflecting the Teaching of Sciences, in which Brazil is in the last positions according to data obtained by the International Student Assessment Program (PISA), behind neighboring countries such as Argentina, Chile, Uruguay and Colombia. Faced with this reality, the present study aims to propose a sequence of investigative teaching based on the assumptions of Teaching Science as Inquiry (TSI), as well as Vygotsky's contribution, relating low-cost experimentation to address a content of

Modern and Contemporary Physics. This didactic sequence will be proposed as a basic education context for high school students, addressing Spectroscopy. The proposal seeks to use experimentation in an investigative perspective in order to enable a more interactive class for students, allowing them to develop skills related to Scientific Literacy. In this way it is expected that from the assumptions of the TSI found in the didactic sequence, offer a more active participation promoting the Scientific Literacy of students in the Teaching of Physics at school. **Keywords:** Teaching Science as Inquiry; Experimentation; Spectroscopy.

Resumen: Las escuelas públicas brasileñas están atravesando un período de transformación debido a la baja calidad de la educación. Según el Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB), desde 2011 no ha habido crecimiento educativo en el país, reflejando por consiguiente la Educación Científica, en la que Brasil está en las últimas posiciones según los datos obtenidos por el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA), detrás de países vecinos como Argentina, Chile, Uruguay y Colombia. Ante esta realidad, este estudio pretende proponer una secuencia de enseñanza investigativa basada en los supuestos de la Enseñanza de la Ciencia por la Investigación (ENCI), así como la contribución de Vygotsky, relacionando la experimentación de bajo costo para abordar un contenido de Física Moderna y Contemporánea. Esta secuencia didáctica se propondrá como contexto de educación básica para estudiantes de secundaria, abordando la espectroscopia. La propuesta trata de utilizar la experimentación en una perspectiva de investigación para permitir una clase más interactiva para los estudiantes, permitiéndoles desarrollar habilidades relacionadas con la alfabetización científica. De esta manera se espera que a partir de los supuestos del ENCI que se encuentran en la secuencia didáctica, se ofrezca una participación más activa promoviendo la Alfabetización Científica de los estudiantes en la Enseñanza de la Física en la escuela.

Palabras-clave: Enseñanza de las ciencias basada en la indagación; Experimentación; Espectroscopia.

1 INTRODUÇÃO

A educação no Brasil está passando por um período de transformações, buscando a melhoria da qualidade do ensino ao mesmo tempo que busca atender demandas originadas da sociedade em geral. Isso ocorre porque há anos o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) está aquém das metas estipuladas pelo Ministério da Educação. Nesta última década, por exemplo, não houve mudanças substanciais nesse índice¹, que ficou abaixo da meta estipulada, tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Médio.

Ao observar especificamente o Ensino de Ciências e compararmos com outros países, por meio do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA)², percebemos também a necessidade de melhoria. No último resultado divulgado em 2018, Brasil aparece nas últimas posições, ficando no 63º lugar entre os 70 países que participaram do programa³. O desempenho dos estudantes brasileiros em Ciências ficou abaixo de nossos vizinhos chilenos, uruguaios, argentinos e colombianos.⁴

É importante observar também que cerca de 56% dos estudantes brasileiros não têm proficiência básica em Ciências, ou seja, mais da metade dos estudantes não são alfabetizados cientificamente. Segundo o PISA essa proficiência implica em: explicar fenômenos; avaliar e

¹<http://ideb.inep.gov.br>.

² Embora hajam críticas relevantes sobre o PISA, buscamos fazer uma comparação do desempenho dos estudantes brasileiros ao longo dos anos e com do Brasil com outros países da América Sul - <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>.

³ <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50646695>.

⁴ <https://www.businessinsider.com/pisa-worldwide-ranking-of-math-science-reading-skills-2016-12>

planejar investigações; interpretar dados e evidências científicas, por meio de conceitos, procedimentos e atitudes relacionados à Ciência (PISA, 2015)⁵.

Desta forma, percebe-se que a educação científica precisa ser modificada, buscando melhorar a qualidade do ensino das aulas de Ciências. Sendo assim, em virtude dessa deficiência apresentada, um possível caminho para melhorar o ensino de Ciências é por meio do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI). Nessa abordagem a partir da resolução de um problema, o aluno tem uma participação ativa, debatendo, raciocinando, escrevendo e tentando fundamentar suas hipóteses, proporcionando assim uma interação e desenvolvimento de habilidades para solucionar problemas.

Assim, o objetivo deste artigo é desenvolver a partir dos pressupostos do ENCI uma sequência didática que aborde a Espectroscopia por meio da experimentação. Para isso foi elaborado uma proposta de sequência didática, fundamentada nas características e aspectos da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que é um caminho para implementação do ENCI em sala de aula.

1.1 VYGOTSKY E SUA CONTRIBUIÇÃO AO ENCI

Entre as contribuições de Vygotsky para a estruturação da abordagem do Ensino de Ciências por Investigação, destacam-se dois temas que o autor desenvolveu e que são amplamente utilizados. Nesse sentido, Carvalho (2013), destaca que o mais importante para as atividades com caráter investigativo é estabelecer que quando ocorre a mudança entre relações sociais para as funções mentais conseqüentemente haverá o desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

Os processos mentais superiores estabelecidos por Vygotsky se originam de processos sociais e, para ocorrer o desenvolvimento cognitivo do indivíduo precisa ter referência ao meio social (MOREIRA, 1999). Contudo, não podemos considerar o meio social como a única variável importante para o desenvolvimento intelectual do ser humano.

O segundo tema destacado por Carvalho (2013) foi demonstrar que os processos sociais e mentais do ser humano se institui por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que intervêm durante a interação entre os indivíduos e o mundo físico e os próprios indivíduos.

Segundo Moreira (1999), essa mediação insere o uso de ferramentas (pode ser usado para fazer algo) e signos (algo que remete a outra coisa). Assim o autor destaca que instrumentos e signos são construções sócio históricas e culturais e por meio da apoderação das construções por meio da interação social, o ser humano se desenvolve cognitivamente.

Esse tema trazido por Vygotsky em sua literatura teve uma influência para o ENCI em se preocupar com o desenvolvimento da linguagem em sala de aula, bem como um importante artefato cultural que faz parte da interação social, tendo como função de modificar o intelectual do aluno e facilitar a interação do professor com os aprendizes (CARVALHO, 2013).

Outro conceito deixado pela teoria vygotskyanas foi o conceito de “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP). De acordo com Moreira (1999), Vygotsky define a ZDP como a distância entre o “nível de desenvolvimento real” (NDR), no qual o indivíduo tem autonomia para resolver um problema, e o “nível de desenvolvimento potencial” (NDP), no qual o indivíduo precisa do auxílio de um adulto ou de um colega para resolver o problema. A ZDP define as habilidades que já foram construídas, porém estão em processo de desenvolvimento.

O trabalho em grupo de acordo com Carvalho (2013) é uma ação frequentemente usadas por professores em sala de aula, porém só com o ponto de vista da ZDP compreendemos o porquê essa ação deixam os alunos confortáveis. Pois todos estando na zona de desenvolvimento real é mais fácil o entendimento entre eles do que o do professor, além da

⁵http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf

possibilidade do aprendiz se desenvolver potencialmente acerca das habilidades e conhecimento com a ajuda de seus colegas.

Embora Carvalho (2013) não mencione as relações entre motivação e a ZDP em suas pesquisas, as autoras Solino e Sasseron (2018) destacam que é importante refletir sobre a possibilidade de acrescentar este conceito vygotskyano para entender o que a autora quer demonstrar quando destaca que o problema deve ter um significado para o aluno. Deste modo para um problema ser significativo, ele deve ter relações com o universo cultural do aprendiz e ao mesmo tempo incentivar a enfrentá-lo e resolvê-lo.

Partindo dos pressupostos de Vygotsky, em que ele enfatiza o papel social desta construção e a necessidade da mediação no qual os artefatos sociais e culturais elaborados tem uma grande importância na evolução dos aprendizes e dando um norte para as aulas de ciências. Sendo assim será discutido a seguir algumas características do ENCI, bem como o papel dessa abordagem para o Ensino de Ciências em sala de aula.

1.2 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Os estudos referentes a área de ensino indicam que os alunos ao participarem de uma investigação científica conseguem aprender mais sobre a Ciência, além de ampliar a sua concepção sobre o tema abordado. Nessa direção, Azevedo (2004) sugere que sejam implantadas no curso de Física aulas investigativas, com o intuito de proporcionar a discussão, o pensamento, a construção e aplicação de conhecimentos adquiridos, tendo como objetivo a Alfabetização Científica.

Compreendemos aqui a ideia de Alfabetização Científica com aqueles conhecimentos e habilidades que são necessárias para as pessoas entenderem os debates públicos referentes a ciência e tecnologia (CHASSOT, 2000; SASSERON; CARVALHO, 2011). Isto é, para ser alfabetizado cientificamente o aluno precisa ler e compreender a linguagem em que está escrita a natureza. Desta forma o aluno pode tomar decisões conscientes sobre os problemas da sociedade e de sua vida associados a conhecimentos científicos.

Nessa perspectiva as atividades de caráter investigativas possibilitam a interação e debate entre os estudantes, promovendo o desenvolvimento do raciocínio científico. No desenvolvimento de práticas desse caráter o aluno pode desenvolver habilidades importantes, como: pensamento crítico, organização de dados coletados, elaboração de hipóteses, montagem experimental e solução de problemas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

As atividades para serem investigativas devem conter uma situação/problema, proposta pelo professor, juntamente com debates, argumentos e discussões por partes dos alunos. Características como essas são fundamentais para desempenhar um trabalho científico, permitindo que o aluno adquira outras funções em sala de aula, não apenas observando, mas procurando interagir, argumentar, questionar e analisar, desenvolvendo habilidades que serão de grande importância no seu futuro (AZEVEDO, 2004).

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'projetos de investigação', favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (LEWIN; LOMASCÓLO, 1999 *apud* AZEVEDO, 2004, p. 21)

Desta forma torna-se necessário algo que promova essa motivação por parte dos alunos, no qual o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) surge como uma possibilidade para esse propósito. Visto que o professor tem o papel fundamental para promover estímulos durante a aprendizagem, tornando necessário criar um ambiente motivador em sala de aula, por meio de

estratégias interativas que propicie o desejo de aprender (NUNES; SILVEIRA, 2011; POZO, 2002).

Outro papel importante do professor acerca do ENCI segundo Azevedo (2004), é de proporcionar questionamento, conduzindo perguntas a serem respondidas, criando assim uma problematização. Durante esse momento o docente precisa apenas orientar seus alunos se tornando um guia, auxiliando-os para a obtenção da resposta, deixando de ser um transportador de conhecimento.

Com isso, ao desenvolver atividades investigativas dentro de sala de aula objetivando a compreensão de conceitos, possibilita de certa maneira uma postura ativa do aluno, no qual ele interage com o objeto e o acontecimento, procurando uma solução/explicação para a conclusão de suas ações. Esse processo possibilita ao aluno pensar, desenvolvendo o seu raciocínio e consequentemente proporcionando a construção de sua autonomia (CARVALHO et al., 1998).

Nesse sentido as atividades investigativas podem ser exploradas em sala de aula de algumas maneiras, segundo Azevedo (2004), dentre elas destacamos:

Demonstrações Investigativas: essas são demonstrações experimentais que têm como finalidade demonstrar fenômenos em sala de aula, mas de uma perspectiva investigativa, que possibilite o estudante levantar hipóteses e testá-las, interpretar, argumentar e construir explicações para aquilo que observa. Segundo a autora, essa abordagem pode proporcionar uma maior contribuição para o ensino de Física. Normalmente, é iniciada com a proposta de um problema pelo professor, demonstrando o fenômeno, mas que possibilite aos alunos explicitarem suas ideias.

Laboratório Aberto: uma atividade de laboratório aberto, no qual os alunos têm que solucionar a questão, participando de uma experiência. Assim como todas as atividades investigativas, aqui também há a problematização, porém nesse caso ela é dividida em seis momentos:

1. Proposta de um problema que permite a discussão ampla entre os alunos, por isso ela não pode ser muito específica. Assim, a questão deverá instigar os estudantes.

2. Levantamento de hipóteses pelo aluno objetivando a solução do problema acerca de uma discussão.

3. Construção de um plano de trabalho discutindo como se realizado o experimento, no qual levarão em conta situações, como: o material necessário; montagem experimental; coleta e análise de dados. Irá ser feita uma discussão por parte do professor com a turma, mostrando que nem todas as hipóteses podem ser testadas em um único experimento.

4. Montagem experimental e coleta de dados visando a manipulação de materiais, etapa prática do laboratório importante para que os alunos também vejam a Física como uma ciência experimental. Depois será realizado a coleta de dados seguindo o plano de trabalho elaborado pelo grupo.

5. Análise dos dados obtidos que incluem construção de gráficos, obtenção de equações e teste das hipóteses. Nesse momento os alunos apresentam mais dificuldades, por se tratar de tradução gráfica ou algébrica dos resultados adquiridos. Parte em que o professor mostra que esse momento é fundamental no trabalho científico, em que a linguagem matemática torna o trabalho mais abrangente.

6. Conclusão, em que deve escrever uma resposta referente ao problema inicial relatando a validade (ou não) das hipóteses.

Questões Abertas: são questão elaboradas propondo acontecimentos relacionados ao seu cotidiano, tendo relação com o assunto debatido e estruturado em aulas anteriores, com isso o aluno desenvolve a sua argumentação, mostrando o uso da linguagem científica, compreendendo os fenômenos, organizando informações para explicar de forma consistente o problema proposto.

De acordo com Azevedo (2004), essas questões podem ser feitas em pequenos grupos, podendo também ser apresentada como desafio para a classe.

Se o objetivo da atividade é a escrita da solução pelos alunos, o professor poderá pegá-las para a correção. Caso esse objetivo não esteja claro na atividade, poderá discutir as respostas em grupo grande com os alunos em círculo, com o intuito de que cada aluno complete a resposta do outro. Também podem ser colocadas em provas para que os alunos pensem e respondam sozinhos estabelecendo relação com os assuntos tratados.

Problemas Abertos: nesse tipo de atividade são apresentadas situações gerais a grupos ou à turma, debatendo as possíveis condições com o intuito de resolvê-las. Diferenciando das questões abertas, pois nessa ocasião os alunos devem relacionar os resultados com o envolvimento de cálculos matemáticos. Segundo a autora essa atividade precisa de tempo, pois os alunos irão se deparar com vários aspectos de habilidades que o ensino por investigação proporciona. Com isso essas aulas têm que ser cuidadosamente planejadas pensando na quantidade de aulas necessárias para o completo desdobramento dos alunos.

A problemática tem que ser interessante para o aluno, envolvendo de preferência uma relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. Primeiro os alunos irão enfrentar um problema aberto, no qual precisará desenvolver sua criatividade e a ordenação de seus pensamentos caso não haja números envolvidos no primeiro momento.

O aluno irá discutir o problema criando hipóteses, com o professor coordenando a discussão sem responder às questões. Desta maneira o aluno começa a criar estratégias para a resolução do problema, elaborando uma argumentação coesa, evitando o erro. E após essa análise qualitativa busca-se então uma resolução matemática das equações.

Percebemos, portanto, que as atividades investigativas possuem uma grande diferença em relação as atividades tradicionais baseadas na transmissão de conhecimento do professor para os alunos. Sendo assim o ENCI se torna uma alternativa para o ensino de Ciências, promovendo uma participação ativa do aluno na busca do conhecimento.

1.3 ASPECTOS E CARACTERÍSTICAS DO ENCI

Ao se trabalhar com o ENCI em sala de aula, deve-se ter atenção para algumas características essenciais para a elaboração de atividades investigativas. De acordo com Carvalho (2004) as práticas investigativas precisam estimular os alunos a refletirem, discutirem, debaterem e explicarem aos seus colegas e não se resumirem apenas em observações e manipulações de dados.

Desta forma destacamos as características consideradas essenciais por Carvalho (2004) para a elaboração de atividades com caráter investigativo. Essas atividades devem conter, portanto:

1. Um problema, no qual tem que estar relacionado com a natureza e o conteúdo proposto pelo professor. Essa situação/problema tem que ser formulada com o objetivo de chamar a atenção do aluno, além de se considerar um problema para eles, no qual tem que evidenciar as ideias que o aluno tem a respeito do assunto, ocorrendo um diálogo, um confronto de ideias e as dúvidas a respeito de suas hipóteses. Isso porque para Carvalho (2004) não se pode pensar em investigação sem um problema.

2. Devem ocorrer debates, discussões, atividades experimentais ou não, a fim de envolver os alunos numa interação entre eles e o problema.

3. Precisam desenvolver argumentos com o intuito de fundamentar as suas ideias, por meio de organizações teóricas e evidências, considerando o ponto de vista de cada aluno.

4. Promover incentivos e mobilizações dos estudantes, proporcionando um envolvimento com o Tema em investigação. Nesse momento, os desafios práticos facilitam essa direção.

5. Proporcionar que os alunos compartilhem os resultados encontrados a todos os seus colegas da turma.

Durante a realização dessa abordagem, as características apresentadas não precisam necessariamente aparecer em uma única atividade. O professor pode propor várias atividades diferentes, na qual cada uma possibilite as características fundamentais para a Alfabetização Científica.

O ENCI pode possibilitar diversos tipos de atividades com caráter investigativo, como práticas experimentais; de campo e de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com filmes; de simulação no computador; com bancos de dados; de avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, dentre outros.

Como dito a prática experimental é uma das atividades que também pode ser trabalhada em sala de aula de maneira investigativa. Sendo assim, será apresentado de que forma podemos utilizar as práticas experimentais de maneira investigativa, possibilitando uma participação ativa do aluno em solucionar o problema proposto.

1.4 POTENCIALIZAÇÃO DE UMA EXPERIMENTAÇÃO POR MEIO DO ENCI

As aulas práticas experimentais estão presentes no nosso currículo escolar no ensino de Física desde o século XIX, tendo a finalidade de proporcionar uma aproximação do aluno com fenômenos físicos. Essas atividades experimentais são utilizadas como forma de interação dos alunos com o conhecimento científico, fazendo com que o estudante possa compreender tais fenômenos naturais (LUNETTA; HOFSTEIN; CLOUGH, 2007).

Essas aulas experimentais podem ser demonstrativa ou manipulativa. São demonstrativas quando realizadas pelo professor, onde o contato é apenas visual, ou seja, somente observadas pelos alunos. E manipulativa, quando os alunos trabalham em grupos pequenos dentro do laboratório (CARVALHO, 2010).

Para Carvalho (2010), existem várias maneiras de condução de uma aula experimental, as baseadas em roteiros e guias, quando o aluno coloca em prática tudo que aprendeu durante as aulas teóricas, até mesmo um laboratório por investigação, fazendo com que os alunos resolvam um problema experimental que será apresentado pelo professor. Segundo a autora, muitos professores não possuem familiaridade com as atividades experimentais, apesar dela estar presente durante anos nos currículos escolares, possuindo uma grande variedade de planejamentos para se trabalhar em sala de aula.

Nos dias atuais, predomina-se nas atividades experimentais roteiros que são seguidos pelos alunos (ALVES, 2000), no qual são seguidos passo a passo, ficando impossibilitados de pensar, tomar decisões e usar a criatividade ao realizar a atividade experimental, consequentemente forjando os resultados da análise para que os resultados sejam corretos.

Esse método experimental por meio de guias e roteiros também possui a sua importância dentro de uma atividade experimental, proporcionando manipulação dos instrumentos e materiais utilizados, coleta de dados, entre outros. No entanto, essa abordagem deixa a desejar, pois não oferece um ganho de habilidades cognitivas que ajudam no processo de desenvolvimento da cultura científica do aluno.

De acordo com Suart (2008), pesquisas indicam que a experimentação com base numa perspectiva investigativa é mais produtiva e bem-sucedida durante a sua realização. Zômpero e Laburú (2011) argumentam que esse método proporciona ao discente uma capacidade em desenvolver pensamento crítico, melhorando o seu raciocínio, criando hipóteses, montagem experimental, debates entre colegas, elaboração de planos de estudos, coleta de dados e conclusão.

Outro fato importante que podemos destacar não citado por Gil-Pérez e Valdés-Castro (1996), é o trabalho dos erros ocasionados durante a prática experimental, no qual, muitas vezes, não é investigado e nem comentado pelo professor, passando a ideia de que o resultado é mais

importante na realização de uma atividade experimental. Essa prática permite que os alunos reflitam conceitos que estão envolvidos no experimento, além de possibilitar um estudo mais amplo do aluno sobre o experimento como um todo.

Deste modo, para que o experimento seja bem executado, o professor deve possuir domínio e segurança do conteúdo relacionado, supondo que o experimento desperte a curiosidade dos alunos. Outro aspecto fundamental é a investigação da atividade experimental possibilitando ao aluno uma observação da situação/problema e relacionando com o cotidiano em que eles estão inseridos.

Carvalho (2010), propõe a SEI para atividades experimentais, visando a promoção da Alfabetização Científica, possibilitando o desenvolvimento da argumentação, introdução de ferramentas matemáticas, relação do conhecimento com o cotidiano e superação de concepções empírico indutivistas nos alunos.

Segundo a autora essa sequência de atividades experimentais podem ser uma aula demonstrativa ou em um laboratório investigativo, para isso essas atividades devem seguir cinco etapas, no qual o professor deve compreendê-las para que sua atividade experimental tenha êxito.

1 – A proposta do problema experimental pelo professor

De acordo com a autora o problema dado deve ser entendido pelos alunos, em que o docente não deverá ter receio de explicar novamente, de maneira distinta, para que não haja dúvidas por parte da classe. Podem ter perguntas para notar as reações dos alunos frente a indagação. Se os alunos estiverem separados em grupos, para uma aula em laboratório, o professor deverá passar em cada um deles, dando a devida atenção, tirando dúvidas, respondendo perguntas, mas sem dar a resolução do que foi proposto no experimento.

2 - A resolução do problema pelos alunos

Nessa etapa, Carvalho (2010) discute que o professor agirá diferente, tanto em aula de laboratório, no qual os alunos se juntam em grupos pequenos, quanto em aula de demonstração.

No momento em que os alunos trabalham em conjunto num laboratório investigativo procurando caminhos para resolver o problema juntos, formando opiniões, o professor não poderá intervir, mesmo se observar um erro. Tem-se em mente que o erro pode ser o melhor ensinamento, errando e tentando novamente, concertando-os, ensinará os alunos a persistir. É nessa fase que os alunos irão interagir, formular hipóteses, e o colocar em prática o planejamento de trabalho. Haverá uma colaboração de todos os alunos, no qual influenciará diretamente na construção do conhecimento.

Quando a aula for demonstrativa de acordo com a autora, a depender da estratégia utilizada pelo professor, ele poderá levar os alunos a explicar, prever e observar. Ele tem a função de despertar o interesse nos alunos para que eles se sintam dispostos a querer resolver o problema que será evidenciado no fenômeno. Porém nessa atividade demonstrativa as hipóteses precisam aparecer, antes de se explicar o fenômeno.

3 – A etapa de os alunos apresentarem o que fizeram

Neste momento os alunos apresentam o que construíram para os seus colegas e para o professor, com o objetivo de solucionar o problema. Carvalho (2010) relata que essa etapa se torna bastante importante para desenvolver a formação do conhecimento científico do aluno, possibilitando um raciocínio metacognitivo, levando-os a conscientização de suas ações.

Nessa fase, na qual os alunos apresentam, como chegaram aquele denominador, solidificando as discussões e relacionando as variáveis apresentadas pelo fenômeno físico estudado. A partir dessas análises qualitativas o professor apresentar a linguagem algébrica no ensino de Física, como: tabelas; gráficos e equações.

Rivard (1994) discute que alguns feitos dos professores podem auxiliar no comportamento metacognitivo dos alunos, como por exemplo: Qual a intenção de vocês ao

realizarem esse trabalho? O que fizeram? Quais foram as observações? O que aconteceu quando vocês...? Como suas ideias se modificaram?

4 – Etapa da procura de uma explicação causal e/ou de sistematização

Nesse momento, há uma continuação do trabalho, no qual o aluno precisa compreender que a fase de formação dos conceitos na Física/Ciências existe com a intenção de propor um sentido para a realidade, em que o aluno precisa tanto da teoria quanto da prática experimental para a construção de determinados conceitos. Quando os alunos estão apresentando seu trabalho para colegas e seu professor, relacionando as variáveis para a obtenção de uma fórmula, nesse momento ele estabelece o conceito. Essa transição também pode ser chamada de aula teórica.

5 – A escrita individual do relatório

Por fim, Carvalho (2010) destaca que a escrita é fundamental para a Alfabetização Científica, no qual precisa ser trabalhada em sala de aula. É a complementação das fases anteriores referente à argumentação, etapas fundamentais que possibilita o desenvolvimento de habilidades no mundo da Ciências. Rivard e Straw (2000) relatam que a escrita requer do aluno um esforço maior e que o trabalho discursado é mais flexível por proporcionar grande esforço cognitivo.

Oliveira e Carvalho (2005), fazem uma observação que os debates entre aluno e professor são fundamentais para promover explicação, compreensão, partilhar e propagar ideias entre o grupo, enquanto a escrita é utilizada para o entendimento e conhecimento pessoal. Para Oliveira (2009), na realização de uma escrita é exigido do aluno uma disposição lógico-reflexiva que abrange a capacidade de pensamento, acrescentando a compreensão do tema trabalhado.

Assim, devido a essas características apresentadas durante cada etapa proposta por Carvalho (2010), a experimentação baseado numa perspectiva investigativa pode ser considerada uma ferramenta importante para a construção do conhecimento científico, promovendo ao mesmo tempo uma participação ativa do aluno.

A partir da discussão realizada, nota-se que o ENCI poderá modificar e auxiliar na aprendizagem e postura do aluno em atividades experimentais, especialmente quando desenvolvida a partir da SEI. Desta forma logo a seguir será apresentado a sequência didática proposta neste trabalho, na qual as características dessa abordagem estarão presentes.

2 METODOLOGIA

Esse estudo apresenta caráter qualitativo, tendo como objetivo, elaborar uma SEI, em que a mesma deve conter características e aspectos essenciais do ENCI, juntamente com uma atividade experimental. Além disso, é importante destacar que apesar da proposta ser voltada para os estudantes, a sua implementação não foi realizada durante o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Uma vez citada a realidade do ensino de ciências no Brasil no início deste estudo, percebe-se que a educação científica necessita de melhorias, principalmente relacionado ao desempenho dos alunos nas aulas de Ciências.

Neste caso, o ENCI aparece como um dos possíveis caminhos para o desenvolvimento na qualidade do ensino de Física, tendo em vista que vários autores citados anteriormente destacam que essa abordagem proporciona melhorias no ensino Ciências. Isso porque leva o aluno a uma maior participação ao propor problemas, tendo o mesmo que debater, raciocinar, escrever e tentar fundamentar suas hipóteses, proporcionando assim uma interação e desenvolvimento de habilidades para solucionar problemas.

O conteúdo escolhido para a realização da proposta foi “Espectroscopia”, pois pesquisadores da área da Ciências/Física como Terrazan (1992) e Siqueira e Peitrocola (2006), defendem a inserção e a atualização dos conteúdos de Física Moderna no currículo escolar.

A escolha em se trabalhar com os alunos do 3º Ano do Ensino Médio é que os alunos já possam ter uma certa maturidade intelectual, junto com a suposição de que os mesmos já viram grande parte dos conteúdos de física que são propostos pela educação básica, proporcionando uma interação maior e um entendimento amplo do determinado conteúdo (OLIVEIRA, 2013).

Sendo assim, o presente estudo tem a finalidade de trazer algumas características destacadas pelo ENCI, no qual as atividades serão organizadas a partir de uma sequência didática. É importante frisar que a sequência proposta se baseará na literatura de Carvalho (2010), na qual a autora propõe a enculturação científica por meio de práticas experimentais que será apresentada na sequência didática por meio de uma experimentação demonstrativa.

3 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PROPOSTA

Partindo das discussões anteriores e a fundamentação da SEI, apresentamos a seguir a sequência que foi elaborada para o tópico de Espectroscopia. Foram desenvolvidas 8 aulas de 50 minutos, seguindo as etapas da SEI.

➤ 1ª Etapa: 1 Aula (A proposta do problema experimental pelo professor)

Essa primeira etapa se iniciará com uma problematização relacionada ao cotidiano do aluno, juntamente com uma atividade experimental demonstrativa, visando uma aproximação com o conteúdo que será abordado.

Atividade 1 – Observação e anotação dos fatos – (Experimento Teste de chamas)

Nesta etapa inicial o professor irá realizar o procedimento experimental sobre o “Teste de chamas”, no qual queimará diferentes sais como: cloreto de sódio – sal de cozinha (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂), cloreto de potássio (KCl), etc. O objetivo dessa atividade é fazer com que os alunos possam observar os espectros de emissão de alguns cátions metálicos e prepará-los para a problemática inicial *“Por que ao queimar diferentes materiais, observamos cores distintas?”*.

➤ 2ª e 3ª Etapa: 2 Aulas (Resolução do Problema e Apresentação dos Fatos)

Nesta etapa após a realização do Teste de chamas seguida da problematização apresentada pelo professor, a sala será dividida em grupos de quatro a cinco alunos. Esse momento tem como finalidade o levantamento de hipóteses por parte dos alunos e o debate entre os colegas.

Atividade 2 – Escrita das possíveis soluções do problema

Para a realização dessa atividade o professor irá pedir que os alunos se separem em grupo e escreva em uma folha as possíveis soluções para o determinado fenômeno. Essas hipóteses serão lidas e apresentadas para toda a sala.

Esse momento é importante dentro do processo de investigação, pois proporciona a discussão e a troca de conhecimento entre os colegas, possibilitando um levantamento prévio que os alunos possuem. Nessa hora, o papel do professor é fazer uma mediação com o intuito de questionar as hipóteses levantadas pelos alunos, tentando direcioná-los. Dentro desse momento o professor poderá elaborar outras problematizações promovendo um conflito cognitivo e a reflexão por parte do aluno, como: O que as substâncias possuem que geram essas cores diferentes? Por que conseguimos identificar essas cores?

➤ 4ª Etapa: 3 Aulas (Procura de uma explicação casual e/ou de sistematização)

Nesta etapa o professor poderá indicar meios que auxiliem os alunos na busca da solução do problema proposto na 1ª Etapa, como o livro didático utilizado pela escola, possibilitando uma fundamentação e organização do conhecimento adquirido por parte do aluno. Nesse momento o professor tem o papel de fazer com que os alunos consigam relacionar o conhecimento científico adquirido, com a atividade demonstrativa apresentada na primeira etapa. Realizando perguntas do tipo como fizeram e o porquê deu certo.

De acordo com Carvalho (2010), o “como” e o “porque” levam a uma participação ativa, proporcionando uma reflexão sobre suas ações, possibilitando a passagem da ação manipulativa

para à ação intelectual, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades científicas como o levantamento de dados e a construção de evidências. O docente também poderá introduzir linguagens matemáticas durante esse processo, como uma tabela mostrando o comprimento de onda de cada espectro de luz e o nível energético dos átomos $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu = hc/\lambda$. Nesse momento seria interessante os alunos pesquisarem de que forma a espectroscopia está inserido na sociedade, permitindo que o aluno faça uma relação entre a ciência e tecnologia.

Durante a realização dessa etapa, após a organização dos conceitos prévios estudados, será feita uma montagem experimental, visando a manipulação de materiais e a investigação dos elementos químicos, em que os alunos deverão montar um espectroscópio. O objetivo dessa atividade é fazer com que os alunos compreendam como podem ser identificados os elementos químicos presentes na natureza. Para isso os alunos deverão se mobilizar para realizar a montagem experimental, por meio de materiais e de roteiros que serão disponibilizados pelo professor.

Atividade 3 – Investigação dos espectros na iluminação pública

Ao final da aula o professor irá propor uma atividade para casa, no qual os alunos terão de investigar o espectro da iluminação pública de seu bairro, por meio do espectroscópio construído em sala de aula, identificando o elemento presente dentro de cada lâmpada. Sendo assim, essas aulas possibilitam aos alunos uma investigação experimental, como também a manipulação de materiais, proporcionando ao aluno uma atividade bem próxima de um trabalho científico formal. Essas aulas têm o objetivo de tornar a aula experimental motivadora e mais produtiva na busca do conhecimento científico.

➤ 5ª Etapa: 2 Aulas (Escrita individual do relatório)

Na última e quinta etapa será realizada em duas aulas, com o intuito dos alunos discutirem os conhecimentos adquiridos durante as etapas anteriores por meio da escrita. Segundo Carvalho (2010) uma das etapas para a alfabetização científica é ensinar o aluno a escrever Ciências.

Atividade 4 – Leitura de texto e escrita do relatório

Esse processo irá se realizar com a leitura de um texto ***“Descoberta de nova estrela obriga astrônomos a rever teorias”*** que será entregue para os alunos.

A partir da leitura do texto e com o conhecimento adquirido ao longo do processo, o aluno deverá explicar com suas próprias palavras em uma folha de caderno sobre a problematização inicial apresentada na primeira etapa e uma nova problematização que será apresentada pelo docente na atividade 4: “Como os astrônomos conseguem identificar os possíveis elementos presentes em uma estrela tão distante?”. Essa problematização tem o objetivo de relacionar o conteúdo proposto com o a tecnologia moderna.

Ao término da atividade os alunos deverão entregar a folha juntamente com suas respectivas respostas. Com isso o professor poderá avaliar o desenvolvimento do aluno, constatando se o objetivo foi alcançado visando o alfabetizar cientificamente.

Desta forma, na Tabela 1, serão apresentadas as atividades da sequência de ensino/aprendizagem organizadas em uma sequência didática, bem como as ações dos alunos e os aspectos do ENCI que poderão ser evidenciados em cada etapa.

Tabela 1 Síntese da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Etapas	Nº de aulas	Atividades	Aspectos do ENCI	Ações do professor	Ações dos alunos
1ª Etapa	1	Observação e anotação dos fatos	Problema	Proposta do problema	Observação e anotação dos fatos
2ª e 3ª Etapa	2	Escrita das possíveis soluções do problema	Solução do problema e apresentação dos fatos	Promover um debate e Gerar conflito cognitivo	Levantamento de hipóteses e Discussões
4ª Etapa	3	Investigação dos espectros da iluminação pública	Sistematização do conhecimento	Relacionar o conteúdo a tecnologia moderna	Reflexão e Manipulação de materiais
5ª Etapa	2	Leitura do texto e escrita do relatório	Escrita do relatório	Identificar a evolução conceitual acerca da Espectroscopia	Reflexão e Conclusão

Fonte: Autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho buscou-se realizar um estudo referente as características do Ensino de Ciências por Investigação, além de avaliar a utilização dessa abordagem por meio da experimentação, no qual foi elaborada uma SEI fundamentada nas etapas proposta por Carvalho (2010). Durante o estudo do ENCI foram encontradas características consideradas proveitosas para o processo de ensino e aprendizagem da Espectroscopia.

As características encontradas foram incorporadas nas atividades para a elaboração da SEI. Como resultado foi criada uma proposta diferente do ensino tradicional, buscando enfrentar os obstáculos que estão presentes no ensino de Ciências/Física, bem como o desinteresse dos alunos presenciado pelo professor ao ensinar o conteúdo. É importante destacar que a sequência proposta possibilita o estudo de conteúdos em que envolve maior abstração como a emissão de fótons e o modelo Atômico de Bohr.

Percebemos, portanto, que a realização dessa proposta em sala de aula possibilite condições para que os alunos compreendam a Espectroscopia por meio do Ensino de Ciências por Investigação. Deste modo, busca-se ao fim dessa sequência didática proposta neste trabalho, a possibilidade de os alunos atingirem uma maior evolução do conteúdo.

Sendo assim, podemos colaborar com mais um estudo envolvendo os pressupostos do ENCI juntamente com a experimentação para aborda a Espectroscopia. Vale ressaltar que as etapas propostas dentro da sequência didática não estabelecem um roteiro rígido a ser seguido, mas sim ações que buscam e proporcione a Alfabetização Científica dos alunos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, p. 44-59, 2000.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de Aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. Editora Thomson, 2004. p. 19-33.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Thompson, 2004.

_____. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Física**. Coleção Idéias em Ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 53–78.

_____. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p.1-20.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: editora Unijuí, 2000.

GIL-PÉREZ, D; VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155- 163, 1996.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. Learning and Teaching in the School Science Laboratory: an Analysis of Research, Theory and Practice. In: AABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of Research on Science Education**. Londres: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007.

MOREIRA, A. M. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

NUNES, A.I.B.L.; SILVEIRA, R. do N. **Psicologia da aprendizagem**: processos, teorias e contextos. 3ª ed. Brasília, DF: Líber Livro, 2011.

OLIVEIRA, M. L. Ensino de ciências por investigação: uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, p. 8, 2013.

OLIVEIRA, C. M. A; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em Aulas de Ciências. **Ciências e Educação**, v. 11, n.3, p. 347-366, 2005.

OLIVEIRA, C.M. A. **Do discurso oral ao texto escrito nas aulas de ciências**. São Paulo, Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres**: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RIVARD, L. P. A Review of Writing to Learn in Science: Implications for practice and research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, p. 968-204, 1994.

RIVARD, L.P.; STRAW, S.B. The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. **Science Education**, v. 84, n. 5, p. 566-593, 2000.

SIQUEIRA, M., PIETROCOLA, M. A transposição didática aplicada a teoria contemporânea: a Física de partículas elementares no Ensino Médio. **Anais do EPEF**, p. 1–10, 2006.

SASSERON, L.H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SOLINO A. P., SASSERON L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigação em Ensino de Ciências (IENCI)**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

SUART, R.C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

ZÔMPERO, A., LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011.