

A EXPLORAÇÃO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS CONTEÚDOS DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

Michel Osmar Costa Paiva¹

Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen²

Resumo: O presente estudo objetiva problematizar o uso de atividades experimentais, considerando uma abordagem investigativa, para o ensino de conteúdos relacionados ao tema Estabilidade das Construções. Para tanto, foi realizada uma proposta pedagógica com estudantes do segundo ano do Curso Técnico em Edificações integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal de Rondônia. Os estudantes desenvolveram atividades preparatórias e atividades experimentais investigativas e realizaram os registros por meio de relatórios, tabelas e desenhos, que foram analisados de forma descritiva. Os resultados apontam que os estudantes conseguiram compreender os conceitos de matemática e física que se requer para os estudos dos conteúdos na disciplina de Estabilidade das Construções. Além disso, pode-se observar que a mediação da experimentação investigativa como instrumento de ensino proporciona momentos de reflexão, curiosidade e motivação, sendo estes potencializadores da construção do conhecimento pelos estudantes.

Palavras-chave: Experimentação. Investigação. Técnico em Edificações.

THE EXPLORATION OF INVESTIGATIVE ACTIVITIES IN THE TEACHING OF THE CONTENTS OF CONSTRUCTION STABILITY

Abstract: The present study aims to problematize the use of experimental activities, considering an investigative approach, for the teaching of contents related to the theme Stability of Constructions. Therefore, a pedagogical proposal was carried out with students of the second year of the Technical Course in Buildings integrated to High School at the Federal Institute of Rondônia. The students developed preparatory activities and investigative experimental activities and made the records through reports, tables and drawings, which were analyzed in a descriptive way. The results indicate that the students were able to understand the concepts of mathematics and physics that are required for the studies of contents in the subject of Stability of Constructions. In addition, it can be observed

1 Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico. Área de Engenharia Civil.

2 Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas - PPGECE.

that the mediation of investigative experimentation as a teaching instrument provides moments of reflection, curiosity and motivation, which are potentiators of the construction of knowledge by students.

Keywords: Experimentation. Investigation. Building Technician.

INTRODUÇÃO

Os conteúdos curriculares que são trabalhados em Cursos Técnicos em Edificações são importantes para favorecer a compreensão dos estudantes acerca dos princípios que devem ser adotados quando tratamos de edificações. Um desses conteúdos diz respeito à Estabilidade das Construções. Entretanto, alguns conceitos relacionados a medidas tais como peso, superfície e comprimento, por vezes, são ensinados de forma fragmentada e descontextualizada, o que proporciona pouco sentido aos estudantes, ou seja, não possibilita uma relação com a realidade.

Entende-se ter relevância a busca por situações de ensino por meio das quais seja dada a possibilidade de dar sentido ao conteúdo de Estabilidade das Construções em um Curso Técnico em Edificações integrado ao Ensino Médio em um Instituto Federal de Rondônia/Brasil. Nessa perspectiva, desenvolvemos uma intervenção pedagógica contextualizada, utilizando atividades experimentais em uma abordagem investigativa. A intervenção envolveu o estudo de tópicos de Matemática como: medidas de volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medidas e, também de Física, relativo a pesos lineares e a relação existente entre eles.

Dessa forma, objetivou-se, neste artigo, problematizar o uso de atividades experimentais, considerando uma abordagem investigativa, para o ensino de conteúdos relacionados ao tema Estabilidade das Construções. Vale ressaltar que o presente texto trata de um recorte dos resultados obtidos em uma pesquisa vinculada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, de uma Universidade do Rio Grande do Sul/Brasil que foram registrados na dissertação do primeiro autor.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para iniciar a discussão da temática em questão, que diz respeito à utilização da experimentação para ensinar conceitos de Física e Matemática, trazemos o conceito de Experimentação apresentado por Gibin e Souza Filho (2016), onde a experimentação é um instrumento relevante no processo de Ensino de Ciências e, além disso, tem um dos seus objetivos de natureza pedagógica, que é a promoção das habilidades conceituais e procedimentais nos estudantes.

Estudos apontam para a importância da experimentação no processo de ensino. Massabni e Andrade (2011), em sua pesquisa sobre a experimentação no Ensino de Ciências, salientaram a importância do uso de atividades experimentais, propondo problemas a serem resolvidos, proporcionando a utilização das possibilidades da exploração de atividades práticas. Corroborando, Oliveira (2010) descreve que

há contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de Ciências, destacando a motivação, o trabalho em equipe, o despertar da criatividade e levantamento de hipóteses pelos estudantes. Para Carvalho (2019), a elaboração das hipóteses consiste em uma das etapas no processo durante as atividades experimentais investigativas para a resolução do problema, possibilitando a construção do conhecimento. Este autor destaca que os resultados obtidos pelos estudantes a partir dos experimentos é que irão comprovar ou refutar as conjecturas elaboradas pelos próprios estudantes.

Nessa linha de pensamento, Araújo e Abib (2003) explicitam que as atividades que apresentam, em algum momento de sua prática, uma perspectiva investigativa e que, ao mesmo tempo, proporcionam ao aluno a interação, a dedução, priorizando sua atuação e também a execução das atividades, são classificadas como uma categoria de Investigação.

Para melhor compreensão sobre atividade experimental investigativa, Suart (2008) reporta que as atividades experimentais são

[...] aquelas atividades nas quais os estudantes não são meros espectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos, elaboram hipóteses, coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (SUART, 2008, p. 27).

Observa-se que uma atividade experimental se caracteriza, neste contexto, como possibilidade de colocar o aluno ativo na construção do conhecimento. Ademais, no desenvolvimento desse tipo de atividade há oportunidade de se realizar indagações desafiadoras para os estudantes, que em outras palavras, devem ser situações problematizadas.

De acordo com Zompero e Laburu (2016, p. 31) já há consenso entre os pesquisadores de que “as atividades investigativas, devem partir da apresentação de um problema, que pode ser elaborado pelo estudante, ou pelo professor”. O estudante, sendo instigado a partir da apresentação de situações problemas durante a aula, busca desenvolver soluções dos casos propostos; ele vai criar várias conjecturas.

Conforme descreve Bianchini e Zualiani (2009), em uma atividade experimental por investigação a elaboração de hipóteses se torna ponto importante. São a partir delas que o professor realizará a mediação de maneira a favorecer discussões para a busca das possíveis soluções para a situação-problema.

A atividade central da aula experimental através da investigação é a elaboração de hipóteses para explicar os fenômenos observados utilizando os pré-requisitos que os alunos já possuem. Esta é uma etapa muito importante, pois com o surgimento de hipóteses, as discussões são iniciadas e o professor é o mediador. Os grupos podem elaborar diferentes hipóteses e, ao apresenta-las, também estão exercitando o trabalho de argumentação. Isto poderá ser capaz de gerar atitudes críticas mais acuradas, e também favorecer o trabalho em

grupo, que é de extrema importância para vida em sociedade (BIANCHINI; ZUALIANI, 2009, p. 3).

De modo a deixar clara a compreensão acerca da atividade experimental, Araújo e Abib (2003) argumentam que existem tipos de atividades experimentais. Para estes autores um tipo que merece destaque são as demonstrações/observações abertas. Os autores também afirmam que são elas que proporcionam alguns pontos de abertura entre o docente e o discente durante o desenvolvimento da atividade, para discussão e levantamento de hipóteses e momentos de reflexão. É partindo dessa ideia que estes autores concebem atividades experimentais investigativas.

Para Borges (2002) as atividades na perspectiva investigativa ou de problemas abertos possibilitam papel ativo para os estudantes em suas atividades, proporcionando a eles a resolução sem terem que seguir um procedimento pronto, ou usar fórmulas diretas. Vale lembrar que nas atividades experimentais investigativas, o problema proposto pode ter ou não uma resposta exata. Ainda de acordo com este autor

[...] uma investigação aberta, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumerações das conclusões (BORGES, 2002, p. 304).

Conforme esse pressuposto, compreende-se que as atividades experimentais investigativas propõem, ao estudante, maior ação durante a realização das mesmas, colocando-o como protagonista durante as etapas da experimentação. Assim, eles terão a oportunidade de explorar os fenômenos, assumindo a responsabilidade da investigação, considerando a situação-problema proposta pela atividade. Portanto, depreende-se que as atividades experimentais investigativas estimulam o aluno a refletir e a levantar questionamentos acerca das conclusões e validações para os fenômenos estudados (ARAÚJO; ABIB, 2003). Estes autores explicam que dentro da visão de atividade, a demonstração/observação permite que aspectos dos fenômenos físicos abordados sejam ilustrados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de proporcionar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Pensando em agregar o que já se expôs conceitualmente acerca das atividades experimentais investigativas, ressalta-se que se entende que uma atividade experimental investigativa se caracteriza por ser desafiadora para o estudante, partindo de uma situação-problema a ser estudada. Esta situação será o ponto de partida para que os estudantes conjecturem, discutam, reflitam, experimentem, busquem estratégias e se utilizem de autonomia para a busca de soluções. Posto isto, cabe ressaltar que, o presente estudo seguiu a perspectiva da abordagem descrita por Araújo e Abib (2003), dentro de uma proposta de atividade experimental na modalidade de demonstração/observação aberta.

CAMINHOS PERCORRIDOS

O presente estudo trata de uma pesquisa qualitativa exploratória. Inicialmente, as atividades da intervenção pedagógica que, ora, se apresenta foram pensadas para serem desenvolvidas pelos estudantes no ambiente escolar, utilizando-se da sala de aula e dos laboratórios. No entanto, devido ao cenário da Pandemia da Covid-19 que se agravou a partir do ano de 2020 e que levou à suspensão das aulas presenciais, o estudo foi reformulado para modalidade remota, com atividades não presenciais, utilizando de um Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, contemplando momentos síncronos *online* por meio de aplicativo de comunicação e interação via *Google Meet*, que é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pela *Google*.

A intervenção teve a participação de um grupo composto por seis estudantes do segundo ano que estavam cursando a disciplina de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações, no Instituto Federal de Rondônia/Rondônia/Brasil. Cabe salientar que neste relato, ao se referir aos estudantes participantes do estudo, eles são identificados por letras e números, por exemplo, A¹, A² ... sucessivamente.

INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Inicialmente, foi desenvolvida uma atividade preparatória, para que os estudantes tivessem a oportunidade de observar como podem ser realizadas as medições de diferentes materiais (barras de aços de diferentes diâmetros e comprimentos), que foram utilizados nas atividades realizadas. A observação foi importante para organizar e trabalhar os valores obtidos para, posteriormente, ocorrer a realização da atividade experimental investigativa.

Cabe ressaltar que a atividade preparatória se caracterizou como uma preparação dos estudantes para se familiarizarem com a observação, como funciona a manipulação dos materiais e com a organização e trabalho de dados que seriam obtidos com as atividades experimentais investigativas.

Os estudantes formaram apenas um grupo para realização da atividade preparatória e atividade experimental investigativa. No primeiro momento do encontro *online* os estudantes assistiram a um vídeo, produzido pelo pesquisador e primeiro autor do presente estudo, sendo que este era o professor titular da disciplina. No vídeo ocorreu a apresentação das barras de aço que seriam utilizadas durante as atividades. Após a exibição do vídeo, a princípio individualmente e posteriormente em grupo, os estudantes foram solicitados a levantar hipóteses para resolução do problema proposto com a seguinte situação-problema investigativa: “Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16 mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8 mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 16 mm pelas barras de 8 mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?”.

As hipóteses iniciais da possibilidade de substituição e das quantidades de barras, foram descritas pelos estudantes em relatório de forma individual e em grupo. Os relatórios foram entregues via Ambiente Virtual de Aprendizagem e utilizados como instrumentos de avaliação da disciplina.

Na atividade preparatória, sendo essa desenvolvida também de forma remota, parte do experimento foi apresentado em vídeo igualmente, demonstrando a medição do comprimento e peso das barras de aço com os seguintes diâmetros: 5 mm, 6,3 mm, 8 mm, 10 mm e 16 mm. Outro momento ocorreu com um encontro síncrono *online*, sendo que os estudantes fizeram os registros na ficha de atividade preparatória que foi enviada a eles pelo professor/pesquisador. Os estudantes organizaram uma tabela com os diâmetros, pesos, comprimentos, circunferências e pesos lineares das barras de aço efetivando a conversão de unidades de medida necessárias para a atividade.

Para finalizar a atividade preparatória, os estudantes fizeram os desenhos das barras utilizando o aplicativo “Geogebra”³, de acordo com os diâmetros medidos e, além disso, responderam alguns questionamentos, sendo um momento de reflexão, com as seguintes indagações: 1) O que havia de diferente em cada barra de aço? 2) E na sua opinião, as diferenças das barras de aço afetariam os cálculos de um projeto estrutural, como?

Já na atividade experimental investigativa, os estudantes novamente levantaram hipóteses sobre a situação-problema a ser investigada. Com os dados obtidos do experimento preparatório (diâmetro, pesos lineares e circunferências) e o desenho feito por meio do “Geogebra”, os estudantes elaboraram uma tabela intitulada “Seção das áreas das barras de aço”, calculando as áreas de cada barra de aço, para, posteriormente, fazerem a análise dos resultados. Após o registro dos dados obtidos na atividade experimental investigativa, os estudantes tiveram acesso aos textos explicativos referentes à substituição das barras de aços na execução de obras.

Como atividade final, individualmente e em grupo, os estudantes elaboraram relatórios de conclusão, comparando suas hipóteses iniciais com as informações do texto e pós-experimento, verificando a possibilidade ou não de substituição das barras. Além disso, todos os estudantes tiveram que apresentar como fizeram para conseguir a resposta para aquela situação-problema. Quanto à análise da intervenção, esta ocorreu de forma descritiva, buscando-se interpretações das situações observadas em aula e relatórios entregues pelos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os encontros com os estudantes, a atividade preparatória e a atividade experimental investigativa desenvolvida, além dos relatórios elaborados

3 Aplicativo matemático: <https://www.geogebra.org/?lang=pt>

pelos estudantes durante a intervenção pedagógica, foi possível realizar as análises seguintes.

Partindo-se da apresentação da situação-problema investigativa: “Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 16 mm pelas barras de 8 mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?”, os estudantes elaboraram algumas hipóteses iniciais. As hipóteses elaboradas pelos estudantes podem ser vistas nos excertos seguintes:

A¹: Ele poderá substituir, mas para isso, devido a barra de 8mm ser a metade da outra barra, deverá usar o dobro de barras que usaria anteriormente para compensar o esforço que a barra sofrerá.

A²: Acredito que não seria possível substituir, pois a peça estrutural foi pensada para aquela barra de 16mm; então, observando por esse modo, não seria possível usar a barra de 8mm, pois mudaria a estrutura da peça e sua resistência.

A³: Por um lado pode ser, se colocasse duas barras de 8mm, mas isso mudaria totalmente a estrutura. Então para mim, isso não seria recomendável.

A⁴: Até poderia. Entretanto seria necessário utilizar entorno de duas barras de 8 mm para alcançar a resistência da barra de 16 mm. Exemplo: Barra de 16 mm: 12 Mpa Barra de 8 mm: 6 Mpa. Então, com duas barras de 8mm conseguiremos alcançar a resistência de uma de 16mm. Ou também utilizando uma barra de 8 mm com uma maior resistência.

A⁵: acho que não, por que tem uma diferença entre 16mm e 8mm acho que essa diferença iria prejudicar na estrutura.

A⁶: eu acredito que não será possível, porque que mesmo dobrando quantidade da barra não seria a apropriado pois a diferença entre as duas é muito grande.

Nestas hipóteses iniciais elaboradas de forma individual, quatro estudantes evidenciaram que não seria possível a substituição das barras de aço, justificando em suas respostas uma certa cautela por razões relacionadas ao projeto estrutural e, além disso, demonstraram incerteza com relação à substituição, considerando se a estrutura suportaria os pesos que foram inicialmente planejados na elaboração do projeto.

Analisando as respostas das possibilidades de substituição, aqueles estudantes que consideraram sim para a possibilidade, demonstraram em suas respostas, que ponderaram a resistência das barras ao trocá-las. Além disso, constatou-se que apenas dois estudantes verificaram as dimensões e área da seção das barras em sua análise para possível substituição, mas descreveram que estavam em dúvida sobre a mudança. A seguir, o relato das hipóteses iniciais dos estudantes em grupo:

“Foi decidido que não seria possível fazer essa substituição, pois essa peça estrutural foi deduzida e calculada a partir da ideia de utilizar a barra de aço de 16 mm,

logo utilizar a barra de aço de 8 mm afetaria totalmente a estrutura, pois são possibilidades e cálculos divergentes”.

Considerando a descrição feita pelo grupo, os estudantes relataram que realmente se deve levar em consideração os dados fornecidos no projeto estrutural. Deve-se observar se no quadro de armadura e no detalhamento do elemento da estrutura, há menção quanto à execução de pilares/vigas, sendo necessário constar o diâmetro de 16 mm na barra de aço, para desta forma seguir com a mesma medida. Analisando as respostas comprovou-se que os estudantes possuem fundamentações técnicas estudadas em outras disciplinas do núcleo profissionalizante, referente à elaboração e execução do projeto estrutural de uma edificação.

No que se refere à atividade preparatória, os estudantes produziram uma planilha no Excel, na qual foram registrados os pesos e comprimentos de cinco barras de aço de diâmetros diferentes. Os estudantes ainda fizeram a transformação de unidade de medidas e calcularam os pesos lineares das barras de aço. No Quadro 1 faz-se a demonstração da planilha produzidas por um dos estudantes.

Quadro1: Elaboração da tabela de aço do estudante A², com diâmetros, pesos, comprimentos, circunferências, transformação de unidades de medidas e pesos lineares das barras de aço

Diâmetro (mm)	Diâmetro (cm)	Peso (Kgf)	Comprimento (cm)	Comprimento (m)	Circunferência (cm)	Peso linear (Kgf/m)
16	1,6	0,470	31	0,31	5,024	1,51
10	1	0,560	94	0,94	3,14	0,59
8	0,8	0,230	61	0,61	2,512	0,37
6,3	0,63	0,070	29	0,29	1,97	0,24
5	0,5	0,100	66	0,66	1,57	0,15

Fonte: Dos autores, baseado nos dados do estudante A² (2020).

Este experimento proporcionou, aos estudantes, a possibilidade de analisar e compreender as diferentes medidas dos diâmetros, das circunferências, dos pesos entre as barras de aço empregadas na execução dos elementos estruturais (pilares/vigas) da edificação. “Para peças que têm seção constante, como barras de aço, cordas de sisal, etc., elas podem ter seu peso expresso por metro. Isso é válido para cada diâmetro” como afirma Botelho (2013, p. 31).

Na sequência de atividades foram propostas duas perguntas referentes ao experimento preparatório para os estudantes refletirem sobre o que havia de diferença em cada barra de aço e se eles percebiam que as diferenças das barras de aço afetam os cálculos de um projeto estrutural e como isso ocorre.

Com relação às indagações durante uma proposta de ensino que utiliza a investigação, Carvalho (2019, p. 25) enfatiza que “[...] o professor que se propuser a fazer de sua atividade uma atividade investigativa deve tornar-se um professor

questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de simples expositor a orientador do processo de ensino”. Concorda-se com o autor, pois acredita-se que quando o professor se mostra questionador na sua mediação, os estudantes podem se sentir seguros e motivados a questionar também, tornando-se mais ativos e responsáveis pela construção do conhecimento.

Quanto ao momento de reflexão, foi observado que os estudantes estavam atentos e conseguiram pensar e estabelecer relações, respondendo às perguntas do momento de reflexão referente à atividade preparatória. Apresentaram argumentos consistentes que estão descritos nos excertos que se segue.

A³: 1- Elas tinham a circunferência diferente, uma era de 16mm e as outras duas eram 8mm. 2- Sim, porque as duas barras de 8mm não cobriam o espaço da barra de 16mm, então o cálculo não poderia ser igual.

A⁵: 1) o tamanho e a largura de cada uma 2) acho que sim, por que devido a largura e tamanho diferentes os cálculos consequentemente mudam.

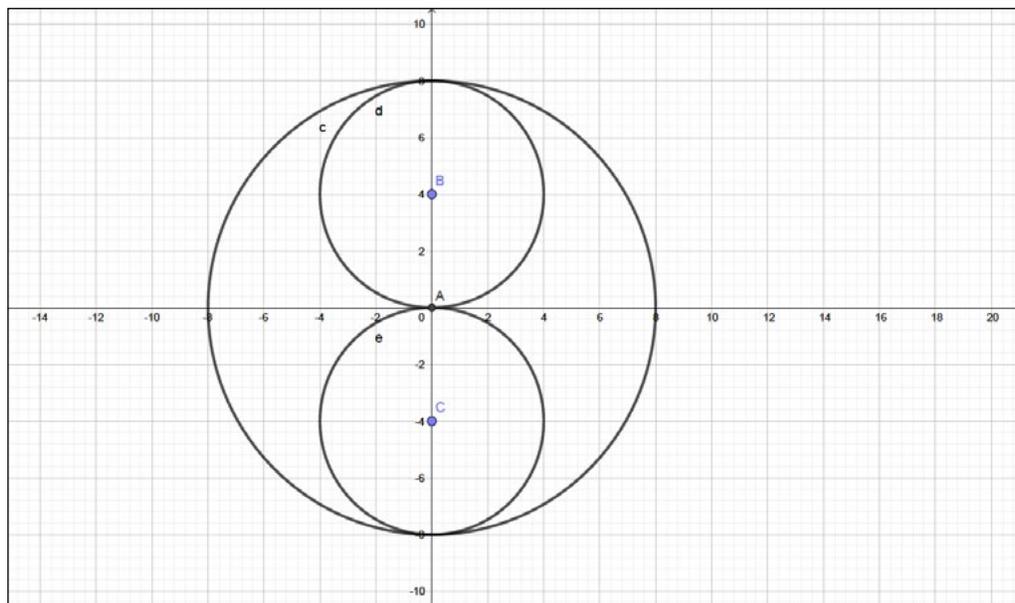
A¹: A diferença entre elas era o diâmetro, o comprimento e o peso de cada uma. Essas diferenças de fato afetam os cálculos, pois cada uma tem medidas diferentes, logo, os resultados também serão diferentes.

A²: 1- A barra de 8mm, tinha uma circunferência menor que a barra de 16mm; e mesmo colocando duas barras no lugar de uma de 16mm, a circunferência ainda não seria a mesma, as duas de 8mm ainda seriam menores e menos eficazes para aquela situação. 2- Sim, pois como as circunferências eram menores, e os cálculos foram feitos para uma barra de aço de 16mm, então, usando duas de 8mm, poderia ainda dar errado, pois as diferenças são grandes, então correria o risco da estrutura, não ser tão resistente.

A⁶: 1. os diâmetros entre elas eram diferentes. 2. sim, pois se todos fossem iguais facilitaria os cálculos.

Analisando as respostas descritas, nota-se que a maioria dos estudantes percebeu as diferenças das barras de aço em relação à medida da circunferência e do diâmetro de cada uma e também a importância do peso linear para elaboração do projeto estrutural. Alguns estudantes, ao elaborarem a planilha dos pesos lineares, compreenderam que duas barras de 8 mm eram insuficientes para substituir uma barra de 16 mm. Entretanto, alguns não conseguiram visualizar as áreas das seções das barras. Desse modo, foi proposta a construção do desenho com os diâmetros das barras se utilizando do aplicativo matemático ‘Geogebra’, para averiguar se a área da seção de duas barras de 8 mm perfaz a mesma de uma barra de 16 mm. Os estudantes obtiveram êxito na construção do desenho demonstrando as áreas da seção das duas barras de 8 mm e 16 mm, representado pelo estudante A⁴ usando o aplicativo, cujo desenho está na Figura 1, apresentada a seguir.

Figura 1: Desenho traçado pelo estudante A⁴ das duas barras de aço de 8 mm e de uma barra de 16 mm, utilizando o “Geogebra”.



Fonte: Dos autores, baseado em dados do estudante A⁴ (2020).

Os estudantes relataram, durante o desenvolvimento das atividades que foi muito interessante desenhar pelo “Geogebra”. Isto foi descrito no relatório que produziram em grupo, que se apresenta no excerto:

“que quando fizeram o desenho das barras através do Geogebra, perceberam que mesmo que fosse feito a alteração para duas barras de 8 mm, não preencheriam o espaço da barra de 16 mm, logo concluíram que não seria possível fazer a substituição da barra de 16 mm pela barra de 8 mm”.

Para alguns estudantes foi necessária a manipulação do aplicativo e, por meio do desenho, conseguiram perceber a impossibilidade da substituição das barras analisando as áreas da seção das duas barras de 8 mm e 16 mm.

Após o desenvolvimento do experimento, foi proposto aos estudantes que elaborassem novas hipóteses referentes à situação-problema investigativa, tendo como base as atividades que foram desenvolvidas. Nessa situação, os estudantes justificaram as suas possibilidades/ideias, como apontadas nos recortes que se segue:

A²: Caso precisem ser substituídas, seriam usadas 4 barras de 8mm chegariam perto do valor de uma de 16mm, pois o valor da circunferência estaria mais próximo da barra original, e não causaria tantos danos assim, na estrutura. Por fim, seria praticamente possível usar 4 barras de 8mm, e assim chegaria mais perto do tamanho original e seria mais proveitoso e resistente para a estrutura.

A¹: Pensando matematicamente, para termos barras de 8 mm com o mesmo peso de uma de 16 mm são necessárias 4 barras, logo, para substituição em toda obra, será necessário o quádruplo de barras, no caso as de 8 mm.

A⁵: Acho que pode ser uma possibilidade possível, mais gastaria uma quantidade a mais para a execução, teria que usar 4 barras de 8 mm para substituir 1 de 16mm, gastaria bem mais.

A⁶: Não, não será possível pois mesmo que tenha 2 barras de 8mm que para substituir a de 16mm, a área da base não será de 16 mm.

Nestas novas hipóteses apresentadas os estudantes começaram a observar a área da seção das barras, portanto, utilizaram os conceitos matemáticos para elaboração das respostas da investigação. O estudante A⁶ não conseguiu identificar quantas barras de 8 mm seriam necessárias para substituir a barra de 16 mm.

Os estudantes também tiveram a oportunidade de discutirem e argumentarem em grupo. Nesse sentido apresentaram o seguinte relato:

“Seria possível substituir uma barra de 16 mm, por 4 quatro barras de 8 mm, elas conseguiriam atingir a mesma resistência, mas sua área seria diferente da original; neste caso, a opção estaria sendo válida, porém não recomendada pela questão das áreas diferentes, podendo causar algum dano na estrutura”.

A partir disto, foi possível perceber também que os estudantes não substituíram as barras por questões técnicas, mas se fosse possível, iriam utilizar 4 barras de 8 mm. Todavia, alguns estudantes não conseguiram imaginar as quatro barras de aço. Nesse sentido, considerando-se a relevância do erro no processo das atividades experimentais investigativas, Gibim e Souza (2016, p. 37) descrevem que “[...] o importante não é o resultado, mas sim o processo. O erro se constitui numa etapa de reorganização do saber, é sempre um estágio de aprendizagem e o professor deve explorar esse “momento privilegiado” para investigar as concepções que os alunos apresentam[...]”. Desse modo, não há dúvida de que os processos desenvolvidos em uma atividade investigativa são importantes, pois possibilitam uma visão holística das situações e, no caso de quando ocorrer o ‘erro’, o estudante tem a possibilidade de uma reorganização das estratégias.

Com base nos dados fornecidos na atividade preparatória, durante o desenvolvimento da atividade experimental investigava, os estudantes elaboraram uma tabela das seções das barras de aço. Eles calcularam as áreas das seções de cada barra, conforme apresentado na planilha elaborada pelo estudante A⁴ (QUADRO 2).

Quadro 2: Tabela de aço com diâmetros, circunferências, pesos lineares e áreas das seções de cada barra, apresentada do estudante A⁴:

Diâmetro (mm.)	Diâmetro (cm)	Peso linear (Kg/m)	Circunferência(c m)	Área das seções das barras As(cm ²)			
				1	2	3	4
8	0,8	0,37	2,512	0,5	1	1,5	2
16	1,6	1,51	5,024	2,0	4,02	6,03	8,04
10	1	0,596	3,14	0,785	1,57	2,355	3,14
6.3	0,63	0,241	1,9782	0,311	0,622	0,933	1,244
5	0,5	0,15	1,57	0,196	0,392	0,588	0,784

Fonte: Dos autores (2020), baseado nos dados do estudante A⁴.

A construção da tabela proporcionou uma nova visualização da necessidade de quatro barras de aço de 8 mm. Considerando-se isto, mais uma vez foi proposto aos estudantes, que elaborassem hipóteses finais de forma individual. Nesse caso, faz-se destaque para a descrição do estudante A²:

“Quando foi nos mostrado no início a questão da substituição das barras, eu neguei que seria possível, pois mesmo que colocasse duas barras de 8mm, suas circunferências seriam diferentes, e de fato seriam, então não seria possível substituir uma barra de 16mm, com duas de 8mm, como vimos no fim. Após alguns experimentos, vimos que 4 barras de 8mm, chegariam perto da circunferência de uma barra de 16mm, e que dessa forma poderíamos usar as tais, quatro barras de 8mm; porém, de toda forma, não seria proveitoso, pois gastaria mais, e ainda dessa forma, não seria a mesma circunferência de uma barra de 16mm, e assim poderia afetar a estrutura e outros fatos negativos”.

Por meio deste relato do estudante A² percebemos que, ao descrever as respostas, este conseguiu fazer reflexões sobre as atividades propostas. Analisando o descrito, constatamos que houve ação da busca da construção do conhecimento a respeito dos conceitos de matemática e física e, além disso, a aprendizagem de outros estudos de atribuições técnicas referentes à execução de elementos estruturais na edificação. Essa verificação vem em consonância ao que Azevedo (2004, p. 22) descreve, quando aponta algumas particularidades sobre a experimentação baseada na resolução de problemas no ensino:

[...] é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. A solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto.

Para finalizar a atividade experimental investigativa os estudantes produziram o relatório final em grupo, referente à situação-problema investigativa, conforme a descrição a seguir:

“Através de alguns debates, nosso grupo chegou à conclusão de que sim, pode haver a substituição de barras de uma bitola, por outras de diâmetro diferente. Através de experimentos, percebemos que se fosse trocada uma barra de 16 mm por duas de 8 mm, as barras de 8 mm acabariam não ocupando a mesma área da de 16, mas isso daria certo se a barra de 16 fosse trocada por quatro de 8 mm, assim, elas ocupariam uma área relativamente igual. Contudo, nosso grupo verificou que isso não seria muito viável, pois pode acabar gerando alguns prejuízos, e influência em outros aspectos, como área e quantidade. Um exemplo claro disso seria a substituição de uma barra de diâmetro específico por outras de tamanho menor. Isso poderia acabar não influenciando na resistência, e tão pouco na área, se fosse utilizado a suposição a cima, mas poderia ocasionar em outros problemas, como o grande desperdício e um uso mais significativo de barras”.

À medida que as atividades foram sendo desenvolvidas e a partir dos relatos dos estudantes, pode-se notar que a intervenção pedagógica proporcionou aos estudantes melhor envolvimento nos processos de ensino e de aprendizagem, colocando-os como protagonistas das ações na busca do conhecimento. Ao mesmo tempo, compreendeu-se que atividades nessa perspectiva possibilitam ao estudante desenvolver capacidade de reflexão, discussão e a descrição dos resultados alcançados nas atividades. Portanto, por meio desta intervenção foi possível proporcionar aos estudantes, a interação com o professor e protagonismo no processo de ensino e aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção pedagógica aqui relatada teve por objetivo problematizar o uso de atividades experimentais, considerando uma abordagem investigativa, para o ensino de conteúdos relacionados ao tema Estabilidade das Construções. Percebeu-se que as atividades propostas ajudaram os estudantes a elucidarem os referidos conceitos de matemática e física necessários para os conteúdos na referida disciplina, conforme descrito nos relatórios dos resultados emitidos pelos estudantes. Ademais, promoveu um ambiente de ensino diferenciado e efetivo mesmo se utilizando da modalidade remota. Houve comprometimento por parte dos estudantes no estudo dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

De forma geral, as atividades experimentais investigativas que foram realizadas proporcionaram autonomia aos estudantes, além do desenvolvimento da habilidade de propor problemas e hipóteses. Isto confirma que há contribuição importante para os processos de ensino e de aprendizagem a partir do desenvolvimento desse tipo de atividade.

No decorrer da intervenção proposta pode-se notar, por meio das ações dos estudantes, a sua motivação em ir em busca de informações, estratégias e respostas. Foi possível observar que a mediação da experimentação investigativa como

instrumento de ensino proporciona momento de reflexão, curiosidade e motivação para a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividade Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 19 - 33.

BIANCHINI, Thiago Bufeli; ZUALIANI, Silvia Regina Quijabas Aro. A investigação orientada como instrumento para o ensino de eletroquímica. *In*: VII ENCONTRO NACIONAL EM PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Anais** [...]. Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/266.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2020.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Revista Caderno Brasileiro de Ensino Física**. v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FERRAZ, Nelson Newton. **Concreto Armado Eu te amo**. 7. ed. São Paulo: Blucher, v. 1, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências por investigação para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

GIBIN, Gustavo Bizarria; SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. **Atividades experimentais em física e química: uma abordagem para o ensino médio**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MASSABNI, Vânia Galindo; ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Revista Ciência e Educação**. v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

OLIVEIRA, Jane Raquel de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista Acta Scientiae**. v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

SUART, R. C. da. **Habilidade cognitivas manifestadas por aluno do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, 2008.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas para aulas de ciências: um diálogo com a teoria de aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.