

ENSINO DE MECÂNICA UTILIZANDO O EQUIPAMENTO TIROLESA DE UMA PRAÇA DE CIÊNCIA

TEACHING MECHANICS USING THE TIROLINE EQUIPMENT OF A SCIENCE SQUARE

ENSEÑANZA DE MECÁNICA UTILIZANDO EL EQUIPO DE TIROLESA DE UN PARQUE CIENTÍFICO

Luiz Otavio Buffon¹, Leonardo José Piazzarolo Dalbem², Tatiana Souza Graça³, Jonas Vinícius de Sousa Silva⁴, Juvenilda Silva Ribeiro⁵

DOI: 10.54899/dcs.v23i87.4664

Recibido: 16/01/2026 | Aceptado: 10/02/2026 | Publicación en línea: 19/02/2026.

RESUMO

Este artigo apresenta o planejamento, a aplicação e a análise de uma intervenção didática realizada com uma turma de ensino médio da 2ª série de uma escola pública do Estado do Espírito Santo, utilizando uma combinação do ensino formal com uma atividade em um espaço não formal de uma Praça de Ciência. As atividades foram planejadas dentro da disciplina de Prática em ensino de Física do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica. O objetivo da intervenção foi fazer uma preparação pré-visita sobre as Leis de Newton e o princípio da conservação de energia, seguida de um encontro com atividades investigativas no aparelho Tirolesa (Plano Inclinado) da Praça da Ciência de Vitória-ES. As análises mostraram engajamento e motivação por parte dos alunos que conseguiram realizar as atividades propondo diversas hipóteses, fazendo testes e experimentos com observações, coleta de dados e comparações. Contudo, os alunos demonstraram dificuldades em realizar um planejamento completo e em propor explicações e soluções para as questões propostas para eles.

Palavras-chave: Plano Inclinado. Espaço Não Formal. Ensino por Investigação. Ensino de Física. Mecânica.

ABSTRACT

This article presents the planning, application, and analysis of a didactic intervention carried out with a 10th-grade class from a public high school in the state of Espírito Santo, using a

¹ Doutor em Física, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Cariacica, Espírito Santo, Brasil.

E-mail: buffon@ifes.edu.br

² Licenciado em Física, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Cariacica, Espírito Santo, Brasil.

E-mail: leonardopiazzarolo@gmail.com

³ Licenciada em Física, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Cariacica, Espírito Santo, Brasil.

E-mail: tatianafisica24@gmail.com

⁴ Licenciado em Física, Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU), Cariacica, Espírito Santo, Brasil. E-mail: jonas.svsilva@educador.edu.es.gov.br

⁵ Mestra em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, Espírito Santo, Brasil. E-mail: juvenildar@gmail.com

combination of formal teaching with an activity in a non-formal space at a Science Plaza. The activities were planned within the Physics Teaching Practice course of the Physics Degree program at the Federal Institute of Espírito Santo, Cariacica campus. The objective of the intervention was to provide pre-visit preparation on Newton's Laws and the principle of conservation of energy, followed by an encounter with investigative activities on the Zip Line (Inclined Plane) apparatus at the Science Plaza in Vitória-ES. The analyses demonstrated engagement and motivation on the part of the students who carried out the activities, proposing various hypotheses, conducting tests and experiments with questions, collecting data, and making comparisons. However, the students showed difficulties in carrying out complete planning and in proposing explanations and solutions to the questions posed to them.

Keywords: Inclined Plane. Non-Formal Space. Teaching by Investigation. Teaching Physics. Mechanics.

RESUMEN

Este artículo presenta la planificación, la aplicación y el análisis de una intervención didáctica realizada con una clase de secundaria de 2.º curso de una escuela pública del estado de Espírito Santo, utilizando una combinación de enseñanza formal con una actividad en un espacio no formal de una Plaza de la Ciencia. Las actividades se planificaron dentro de la asignatura Práctica en la enseñanza de la Física del Curso de Licenciatura en Física del Instituto Federal de Espírito Santo, campus Cariacica. El objetivo de la intervención fue realizar una preparación previa a la visita sobre las leyes de Newton y el principio de conservación de la energía, seguida de un encuentro con actividades de investigación en el aparato Tirolesa (plano inclinado) de la Plaza de la Ciencia de Vitória-ES. Los análisis mostraron el compromiso y la motivación de los alumnos, que lograron realizar las actividades proponiendo diversas hipótesis, realizando pruebas y experimentos con observaciones, recopilación de datos y comparaciones. Sin embargo, los alumnos mostraron dificultades para realizar una planificación completa y proponer explicaciones y soluciones a las cuestiones que se les plantearon.

Palabras clave: Plano Inclinado. Espacio No Formal. Enseñanza por Investigación. Enseñanza de Física. Mecánica.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O ensino tradicional de Física aplicado em muitas escolas do ensino médio privilegia o treinamento para a resolução de questões cobradas nos exames de ingresso em cursos superiores, ao invés de ensinar essa ciência como parte da cultura humana na busca da compreensão da natureza.

Vivemos na cultura do ensino para a testagem, conhecido internacionalmente como *teaching for testing*. As escolas funcionam mais como centros de treinamento do que como centros educacionais e professores e alunos têm que se submeter a essa cultura treinadora que tem por trás a preparação para o mercado (Moreira, 2021, p. 1).

Essa forma de ensinar, desvinculada do cotidiano e sem a participação ativa do aluno, favorece uma aprendizagem mecânica distante de uma compreensão conceitual dos fenômenos (Moreira, 2021).

Contudo, o documento oficial da educação brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), prevê que no ensino médio o ensino de ciências se desenvolva de uma forma mais ativa e investigativa, com os alunos como protagonistas do processo. De acordo com a BNCC,

a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2018, p. 550).

Para modificar esse cenário é possível aplicar no ensino de ciências alguns métodos utilizados para a investigação científica, aproximando a ciência escolar da ciência dos cientistas (Munford; Lima, 2007). O ensino por investigação possibilita condições para desenvolver as habilidades e compreensões dos alunos sobre a Ciência, a pesquisa científica e os conteúdos científicos (Bybee, 2000).

De acordo com Driver *et al.* (1999, p.36),

...aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada de estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento.

Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar o planejamento, a aplicação e a análise de uma intervenção didática para o ensino de Mecânica que contemplasse atividades investigativas. Esta ação foi realizada como uma atividade da disciplina de Prática de Ensino de Física do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo, campus

Cariacica. Para isso escolheu-se uma atividade experimental do tipo laboratório aberto no equipamento Tirolesa (Plano Inclinado) do espaço não formal da Praça da Ciência de Vitória-ES (Prefeitura Municipal de Vitória, 2020).

Nas próximas seções deste artigo são apresentados os referenciais teórico-metodológicos utilizados no trabalho, os procedimentos metodológicos, o relato e a análise da aplicação e as considerações finais.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

Ensino por Investigação

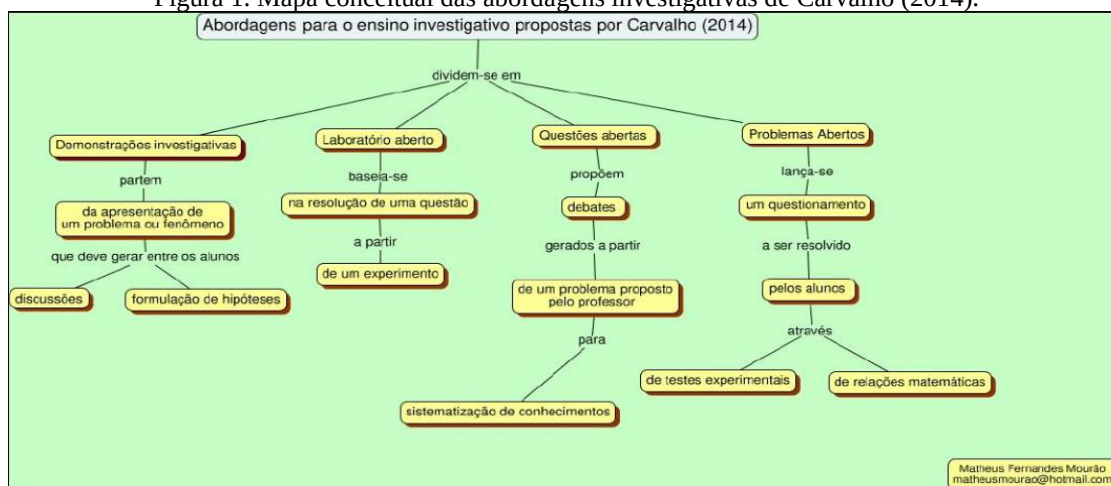
Apesar do uso de atividades investigativas no Brasil serem recomendadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997, seu uso ainda não é muito frequente (Sá *et. al.*, 2009; Zômpero; Laburú, 2011). No documento oficial atual, a BNCC de 2018, a adoção do ensino por investigação no ensino médio aparece com ênfase.

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (Brasil, 2018, p. 551).

A base do ensino por investigação consiste na proposição de um problema aos alunos, que seja adequado para despertar o interesse deles e ao mesmo tempo não seja complexo a ponto de desmotivá-los. O problema deve ser capaz de “levar os alunos a pensar, a debater, a justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conceitos teóricos e matemáticos” (Azevedo, 2012, p. 20).

Em Carvalho (2014) são propostas quatro formas de se realizar ensino por investigação: Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto, Questões Abertas e Problemas Abertos. Mourão e Sales (2018, p. 432) apresenta essas possibilidades através do mapa conceitual mostrado na Figura 1.

Figura 1. Mapa conceitual das abordagens investigativas de Carvalho (2014).



Fonte: Mourão e Sales (2018, p. 432)

O Laboratório Aberto baseia-se na resolução de questões através de uma investigação experimental. É importante que todos os alunos entendam o objetivo do que está sendo proposto, mas o professor não deve fornecer respostas diretas. As questões não devem ser muito específicas pois é necessário que gerem discussões (Azevedo, 2012; Carvalho, 2014). Espera-se que os alunos, em grupos, discutam o assunto, levantem hipóteses, façam planejamentos, realizem experimentos e a coleta de dados e informações, analisem os resultados, e ao final elaborem as conclusões comparando com suas hipóteses iniciais (Azevedo, 2012; Carvalho, 2014). Borges (2002, p. 304) diferencia o Laboratório Tradicional do Laboratório Aberto, conforme mostrado no Quadro 1.

Percebe-se que as Atividades Investigativas do Laboratório Aberto não possuem um roteiro pré-definido e possuem vários graus de abertura possíveis. O planejamento deve ser feito pelos alunos que tem a responsabilidade de realizar a investigação. É importante notar que o Laboratório Aberto não tem a obrigação de comprovar leis da Física, e assim, os "erros" não necessariamente serão um impedimento para o êxito da atividade.

Quadro 1. Diferenciação entre o Laboratório Tradicional e as Atividades Investigativas do Laboratório Aberto.

<i>Aspectos</i>	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido ↔ Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura ↔ Liberdade total no planejamento
<i>Objetivo da</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fonte: Borges (2002, p. 304).

Ao implementar o ensino por investigação deve-se ter em mente as diferenças entre a ciência escolar e a ciência dos cientistas. Na escola o objetivo é ensinar o conhecimento científico já conhecido, enquanto os cientistas procuram por novos conhecimentos. A escola não possui os laboratórios de pesquisa com os recursos que os laboratórios científicos possuem e, principalmente, os alunos não possuem as qualificações e experiência dos cientistas (Munford; Lima, 2007).

Espaços Não Formais de Ensino

Segundo Gohn (2006) a educação possui três modalidades, a formal realizada nas escolas, a não-formal efetuada nos espaços coletivos, que podem ser museus ou centros de ciências, e ainda a informal que ocorre nos demais espaços da sociedade, tais como a família, amigos, etc...

A educação não-formal

capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo. Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais. Seus objetivos não são dados a priori, eles se constroem no processo interativo, gerando um processo educativo. Um modo de educar surge como resultado do processo voltado para os interesses e as necessidades que dele participa (Gohn, 2006, p. 29).

Segundo Cazelli e Coimbra (2012), os espaços não-formais podem ajudar a superar as dificuldades encontradas no ensino formal de ciências, tornando-o mais lúdico e interativo, estimulando a curiosidade dos alunos.

Os espaços não-formais, por serem fora da escola, trazem uma motivação extra aos alunos, criando neles uma expectativa de algo novo. Soares e Silva (2013, p. 177) destacam que, “os

museus interativos de ciências representam um espaço educativo complementar à educação formal, possibilitando a ampliação e a melhoria do conhecimento científico de estudantes, bem como, da população em geral”. Esses autores afirmam que os alunos costumam lembrar-se mais facilmente de atividades e visitas realizadas em museus ou centros de ciências do que das atividades realizadas em sala de aula.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A intervenção abordada neste artigo, mostrada no Quadro 2, envolveu uma combinação do espaço formal com o espaço não-formal da Praça da Ciência e foi aplicada em uma turma de ensino médio da 2ª série de uma escola pública. O planejamento e a aplicação da atividade tiveram a participação de dois alunos da Licenciatura em Física, que também eram mediadores da Praça da Ciência quando a intervenção foi realizada.

Quadro 2. Resumo da intervenção.

Encontros	Atividades
09/10/2023 (50 minutos)	Aula dialogada utilizando simulação e experimentos sobre energias mecânica, cinética e potencial gravitacional.
17/10/2023 (100 minutos)	Aula dialogada sobre as Leis de Newton.
25/10/2023 (90 minutos)	Intervenção investigativa usando a Tirolesa (Plano Inclinado) da Praça da ciência.

Fonte: Os autores

Em conversas com o professor da turma de ensino médio constatou-se desmotivação nas aulas de Física e diante disso planejou-se a realização de uma atividade investigativa experimental na Praça da Ciência com o objetivo de conseguir engajamento e motivação por parte dos alunos. Outro fator que influenciou na proposta foi a ausência de laboratório com experimentos na escola.

Os dois primeiros encontros da intervenção foram realizados na sala de aula como uma forma de preparação dos alunos para a atividade investigativa no terceiro encontro. A seguir, são apresentados o planejamento e os materiais utilizados:

Primeiro Encontro

Foi abordado o conteúdo de energia mecânica e procurou-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Para tal, demonstrou-se o experimento da rampa com loop mostrada na Figura 2 com lançamento de uma bolinha de várias posições.

Figura 2. Experimento da rampa com loop utilizada no encontro 1.



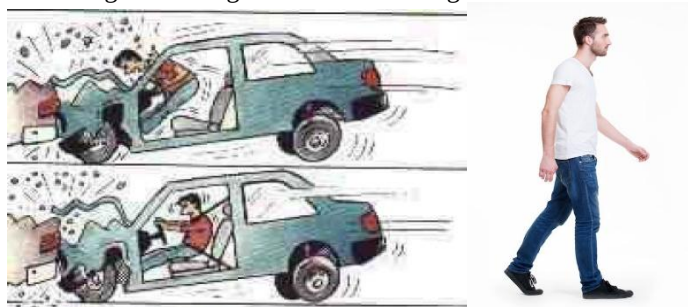
Fonte: <https://site.ifes.edu.br/lab-instrumentacao/experimentos/looping/>

Utilizou-se também a demonstração do simulador PhET da rampa de *skate*, que está disponível no link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park, abordando diversas situações com e sem atrito.

Segundo Encontro

Foram revisados conceitos sobre as leis de Newton através das imagens da Figura 3, acompanhadas das perguntas: “Por que devemos utilizar o cinto de segurança em um carro?” e “Por que conseguimos andar?”.

Figura 3. Imagens utilizadas no segundo encontro.



Fontes: <https://www.visaonoticias.com/userfiles/images/0carro.jpg> e https://img.freepik.com/fotos-gratis/retrato-completo-do-homem-andando-em-casuals-de-camiseta-branca-isolado-no-branco_186202-5331.jpg

Neste encontro procurou-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Terceiro Encontro

Consistiu na atividade investigativa realizada na Praça da Ciência. A turma com 26 alunos participou da atividade investigativa na Tirolesa (Plano Inclinado) durante cerca de 150 minutos e depois visitou os outros equipamentos da Praça da Ciência.

O equipamento Tirolesa (Plano Inclinado), mostrado na Figura 4, consiste de 3 cabos de aço que partem de alturas diferentes e descem em direção ao solo até uma certa altura. Presos aos cabos tem-se os suportes de descidas amarelo (mais alto), azul (intermediário) e vermelho (mais baixo), onde se penduram as pessoas para realizarem a atividade.

Figura 4. Equipamento Tirolesa (Plano Inclinado) da Praça da Ciência de Vitória-ES.



Fonte: Arquivos Praça da Ciência

Dentro do contexto de uma atividade investigativa do tipo laboratório aberto foi proposto

aos alunos que se dividissem em grupos. Foi dada uma explicação inicial que eles receberiam um roteiro com algumas perguntas e questões sobre as quais eles deveriam refletir e desenvolver as atividades de forma autônoma, com interferência mínima do professor e dos mediadores da Praça da Ciência. Foram deixadas à disposição dos alunos calculadoras e trenas e eles receberam as questões uma de cada vez.

Eles foram tranquilizados que não deveriam ter receio de errar pois estariam realizando as atividades sem que o professor desse todas as respostas, e que não iriam ser penalizados em termos de nota por isso. Contudo, eles deveriam realizar as atividades com responsabilidade. A seguir, é apresentado o relato da aplicação dos encontros e as análises dos resultados.

RELATO DA APLICAÇÃO

Relato do Primeiro e Segundo Encontros

Esses encontros foram de preparação dos alunos para desenvolverem a atividade investigativa do encontro 3. Foi identificado que os alunos lembravam do conteúdo que tinham estudado no final do ano anterior na 1ª série pois conseguiram participar das aulas. No experimento da rampa a bolinha foi lançada de diversas posições e os alunos iam respondendo se o loop seria completado ou não. Nesse experimento alguns alunos se voluntariaram para fazer o lançamento.

Relato do Terceiro Encontro

Antes de iniciar a atividade investigativa na Tirolesa (Plano Inclinado) foram dadas as instruções e formados seis grupos (A, B, C, D, E, F). Nas Figuras 5a, 5b e 5c são mostradas algumas atividades dos alunos.

Durante toda a atividade foi observado que os alunos foram bem participativos e se empolgaram com a atividade, realizando discussões e formulando hipóteses. Contudo foram observadas dificuldades pois em diversas ocasiões eles não sabiam o que fazer, sendo necessária alguma orientação do professor ou dos mediadores.

Figura 5a, 5b e 5c: Alunos investigando, testando e realizando medições no equipamento Tirolesa (Plano Inclinado) da Praça da Ciência de Vitória-ES.



Fonte: Os autores

Ao final das atividades foram recolhidas as folhas de respostas cujos resultados e análises são mostradas na próxima seção.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados das atividades investigativas dos 6 grupos no terceiro encontro são mostrados nos Quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Na etapa do Planejamento 1 da questão 1 os alunos deveriam refletir sobre o experimento e em seguida definir quais testes seriam feitos para respondê-la. Eles deveriam pensar em todos os possíveis parâmetros e formularem hipóteses. Na etapa do Relatório 1 da questão 1, após realizar os testes, experimentos e investigações, os alunos deveriam relatar os resultados, relacionando as hipóteses iniciais com as observações e medições realizadas.

Na etapa do Planejamento 2 da questão 2 os alunos deveriam escrever em detalhes o planejamento para fazer a caracterização completa da Tirolesa (Plano Inclinado) através de medidas e cálculos. Na etapa do Relatório 2 da questão 2, após realizar as observações, medidas e cálculos os alunos deveriam relatar os resultados.

Resultados Para o Grupo A

Segue no Quadro 3 os resultados do Grupo A.

Quadro 3. Respostas e ações do grupo A.

<i>Questão Investigativa 1</i>	<i>Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa (Plano Inclinado)?</i>
Planejamento 1	“O peso e altura influenciam no movimento”.
Relatório 1	“A tirolesa mais alta (amarela) foi a mais alta, portanto o peso influencia. A tirolesa azul também é influenciável com o peso. A tirolesa vermelha a menor também é influenciada com o peso”.
<i>Questão Investigativa 2</i>	<i>Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?</i>
Planejamento 2	O grupo mediu as dimensões das 3 tirolesas.
Relatório 2	O grupo tentou sem sucesso calcular as energias cinética e potencial dos alunos na tirolesa.
<i>Questão Investigativa 3</i>	<i>Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.</i>
Diferenças Observadas	“Altura, velocidade e tempo”.
Explicações	“A altura se converte em energia cinética, e assim aumentando sua velocidade e assim diminuindo o tempo”.
<i>Questão Investigativa 4</i>	<i>Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.</i>
Diferenças Observadas	“Alturas diferentes uma da outra, e a velocidade é influenciada pela massa e altura”.
Explicações	“A velocidade também é influenciada pela altura”.

Fonte: Os autores.

O grupo A fez uma hipótese no planejamento 1 e depois no relatório 1, após os testes experimentais, confirmou a influência do peso e da altura no tempo de descida. Através de medidas de tempo concluíram que maior altura implica em maior velocidade. Eles decidiram investigar as 3 tirolesas indicando interesse em coletar informações.

No relatório 2 o grupo A não percebeu que a pergunta era sobre as características da tirolesa sem ser usada. Assim, é importante deixar claro o que se espera dos alunos no ensino por investigação.

Na questão 3, o grupo A não respondeu baseado nas Leis de Newton, mas tentou analisar o fenômeno do ponto de vista de energias, enfatizando a associação com a altura.

Na questão 4 o grupo A não conseguiu usar o conceito de energia mecânica, porém reafirmaram a influência da altura e da massa em quem ganha a corrida.

Resultados Para o Grupo B

Segue no Quadro 4 os resultados do Grupo B.

Quadro 4. Respostas e ações do grupo B.

<i>Questão Investigativa 1</i>	<i>Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa?</i>
Planejamento 1	“Uma pessoa com a menor quantidade de massa, irá descer com uma velocidade maior”.
Relatório 1	“Aluno 1: por ser uma pessoa com menos massa e alta, foi menos rápido”. “Aluno 2: por ser uma pessoa com maior massa e baixa, foi mais rápido”.
<i>Questão Investigativa 2</i>	<i>Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?</i>
Planejamento 2	O grupo mediu somente as alturas das 3 tirolesas na parte mais baixa.
Relatório 2	“A tirolesa que tem a maior altura tem mais velocidade e a com altura menor, tem menos velocidade”.
<i>Questão Investigativa 3</i>	<i>Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.</i>
Diferenças Observadas	“1ª lei - nosso corpo está em velocidade para um só sentido. 2ª lei - dependendo da massa e da força irá encontrar a aceleração que irá descer a tirolesa. 3ª - ao final da descida da tirolesa, temos uma ação e reação, pois quando o ‘carrinho’ bate no amortecedor, nosso corpo automaticamente tem uma reação contrária do aparelho”.
Explicações	
<i>Questão Investigativa 4</i>	<i>Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.</i>
Diferenças Observadas	“Que a energia cinética e a energia potencial gravitacional estão ligadas a respeito da corrida na tirolesa”.
Explicações	“energia cinética está ligada a velocidade em que a pessoa desce na tirolesa e a energia potencial gravitacional está ligado a altura em que o corpo irá ser lançado na tirolesa”.

Fonte: Os autores.

Para a questão 1 o Grupo B formulou a hipótese que maior massa implica em maior velocidade de descida, contudo, após a investigação, eles chegaram a uma conclusão oposta. Esse grupo foi mais além concluindo que a estatura das pessoas tem influência no tempo de descida, afirmando que maior estatura implica em menor velocidade, podendo isso estar relacionado a não necessidade de um impulso inicial delas na tirolesa, exatamente por serem mais altas.

No relatório 2 o grupo B conseguiu inferir que maior altura da tirolesa implica em maior velocidade, completando a análise do relatório 1. Na questão 3 o grupo B conseguiu associar a Tirolesa com as 3 Leis de Newton, chegando a concluir quanto à existência do par ação e reação na colisão com o amortecedor no final da descida na tirolesa. Na questão 4 o grupo B conseguiu perceber a relação entre a energia cinética e a velocidade de descida e entre a energia potencial e a altura.

Resultados Para o Grupo C

Segue no Quadro 5 os resultados do Grupo C.

Quadro 5. Respostas e ações do grupo C.

<i>Questão Investigativa 1</i>	<i>Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa?</i>
Planejamento 1	“Uma pessoa com menos peso desce primeiro e a gente acha que a altura também influencia bastante”.
Relatório 1	“As pessoas de menor peso/massa ganham pois pega mais velocidade”.
<i>Questão Investigativa 2</i>	<i>Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?</i>
Planejamento 2	“Vamos medir o tamanho das tirolesas e vamos ver o tempo que demora pra chegar no fim da tirolesa”.
Relatório 2	“Tirolesa vermelha - tem 1,73 de altura e demora mais com a pessoa de maior peso. Tirolesa azul - 1,88. Tirolesa amarela - 1,95. Tirolesa vermelha uma pessoa de menor massa chega 5,45s, tirolesa azul a pessoa chega 4,61s e a amarela 3,83s”.
<i>Questão Investigativa 3</i>	<i>Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.</i>
Diferenças Observadas	Colocaram a mesma resposta do grupo B.
Explicações	
<i>Questão Investigativa 4</i>	<i>Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.</i>
Diferenças Observadas	“Energia Cinética”.
Explicações	“Quando estamos na tirolesa estamos em movimento e isso se caracteriza como energia cinética”.

Fonte: Os autores.

Para a questão 1 o grupo C propôs a influência da altura no tempo de descida e formulou a hipótese de que menor massa ou peso implica em maior velocidade. Pelo que foi relatado no relatório 1 é provável que os testes dessa questão 1 não foram feitos.

Na questão 2 o grupo C mediu as diferenças de altura das tirolesas e concluiu que na vermelha massa maior implica em velocidade menor. Para uma pessoa de massa menor uma altura maior implica em menor tempo de queda. Para isso eles mediram os tempos de descida e puderam checar as hipóteses.

Na questão 3 o grupo C apresentou a mesma resposta do grupo B, indicando uma provável comunicação entre os grupos. Assim, é importante conscientizar os alunos quanto a responsabilidade de fazer a investigação honestamente. Na questão 4 o grupo C percebeu que a energia cinética relacionada ao movimento está presente.

Resultados Para o Grupo D

Segue no Quadro 6 os resultados do Grupo D.

Quadro 6. Respostas e ações do grupo D.

<i>Questão Investigativa 1</i>	<i>Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa?</i>
Planejamento 1	“Na tirolesa amarela terá mais velocidade porque está mais inclinada, a azul terá uma velocidade menor e a vermelha terá dificuldade. Mas todas as tirolesas terão velocidades diferentes dependendo do peso”.
Relatório 1	“A tirolesa vermelha quanto menor o peso, menor será a velocidade que ela descerá e quanto maior o peso maior será a velocidade”. “Na tirolesa azul o peso não tem influência do peso”. “Na amarela quanto maior o peso, menor a velocidade, fizemos o teste com os diferentes pessoas de diferentes pesos e notamos que também há diferença por causa do tamanho das cordas, da inclinação, do peso das pessoas e de acordo como elas se jogam”.
<i>Questão Investigativa 2</i>	<i>Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?</i>
Planejamento 2	“Há 3 tirolesas, uma azul, uma vermelha, e uma amarela, a tirolesa amarela é mais inclinada, a azul é relativamente inclinada e a vermelha é reta. A velocidade é influenciada pela inclinação das cordas, e o peso também influencia na velocidade”.
Relatório 2	“Obtemos resultados como: pesos diferentes nas tirolesas, a velocidade delas são afetadas, há diferença na velocidade por causa da inclinação das tirolesas, a altura de onde as pessoas se jogam e da forma de como as pessoas descem”.
<i>Questão Investigativa 3</i>	<i>Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.</i>
Diferenças Observadas	“A segunda e a terceira lei se aplicam melhor neste teste: A força é resultado da massa do corpo e pela sua aceleração e toda reação tem uma reação da mesma proporção em um corpo diferente”.
Explicações	“A 2ª Lei de Newton se aplica neste teste para dizer que a diferença de massa dos corpos influenciou em diferentes resultados da tirolesa. E a 3ª lei diz que a reação dos corpos tem uma reação proporcional na tirolesa”.
<i>Questão Investigativa 4</i>	<i>Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.</i>
Diferenças Observadas	“Observamos que a energia mecânica na tirolesa é a soma da energia cinética dos corpos em movimento na tirolesa e a energia potencial da tirolesa, que é a posições e condições que elas se encontram, e ocorre interação entre esses corpos”.
Explicações	“É necessário haver uma diferença de altura para que a energia potencial gravitacional seja transformada em energia cinética. Se não tiver diferença de altura, não terá diferença na potencial gravitacional, então, não poderá ter energia cinética, assim não haverá movimento na tirolesa”.

Fonte: Os autores.

Na questão 1 o grupo D formulou e confirmou a hipótese da influência do peso e da inclinação e acrescentou as influências do tamanho das cordas e do impulso inicial. É interessante que esse grupo encontrou influências diferentes do peso de acordo com a cor, isto é, da inclinação e altura das tirolesas. Na vermelha (mais baixa e menos inclinada), maior massa implicou em maior velocidade, na amarela (mais alta e mais inclinada) o resultado foi o oposto e na azul (intermediária das três) o peso não influenciou. É importante o professor discutir com os alunos se a influência de fato não existe ou se ela apenas não é detectável, como no caso do peso na tirolesa azul.

No relatório 2 o grupo D completou a análise, percebendo a influência da altura. Na

questão 3 o grupo conseguiu identificar evidências da 2ª e 3ª Leis de Newton no fenômeno. Na questão 4 o grupo conseguiu perceber as transformações de energia potencial e cinética no movimento da tirolesa e o princípio da conservação da energia.

Resultados Para o Grupo E

Segue no Quadro 7 os resultados do Grupo E.

Quadro 7. Respostas e ações do grupo E.

<i>Questão Investigativa 1</i>	<i>Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa?</i>
Planejamento 1	“Quanto maior a massa e a altura maior a velocidade, quanto mais alto o ‘brinquedo’ for mais rápido será a velocidade e o impulso da pessoa. A textura do fio também influencia na velocidade. Quando imos sem impulso a velocidade fica menor, tem que saltar antes de bater na base pois a pressão pode te machucar. O ângulo que elas estão também influencia”.
Relatório 1	“Descobrimos quem tem mais peso (massa) vai chegar com mais velocidade pois causa uma pressão maior, que se transforma em velocidade”.
<i>Questão Investigativa 2</i>	<i>Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?</i>
Planejamento 2	Mediu as dimensões das tirolesas vermelha e azul.
Relatório 2	Mediu somente as dimensões da tirolesa amarela.
<i>Questão Investigativa 3</i>	<i>Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.</i>
Diferenças Observadas	“1ª lei: Pegamos velocidade em linha reta parados até nós sairmos. 2ª lei: Nos apoiamos no brinquedo e soltamos e a massa nos levou. 3ª lei: Fizemos impulso e fomos levados”.
Explicações	
<i>Questão Investigativa 4</i>	<i>Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.</i>
Diferenças Observadas	“Quando fomos no amarelo fomos mais rápido pois a altura do amarelo é maior, já os outros são mais de vagar e mais baixa altura e o peso influenciou isso”.
Explicações	

Fonte: Os autores.

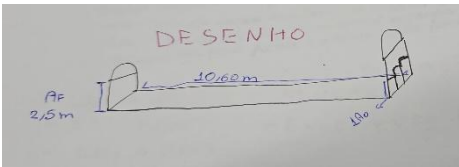
Na questão 1 o grupo E formulou e confirmou a hipótese da influência da massa e concluiu que maior massa implica em maior velocidade. Esse grupo também formulou a hipótese de a velocidade aumentar com a altura da tirolesa e foi o único a mencionar a influência da textura do fio e que sem o impulso inicial a velocidade seria menor.

Na questão 2 o grupo E apenas mediu as dimensões das tirolesas. Na questão 3 o grupo conseguiu identificar evidências da 1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton. Na questão 4 o grupo confirmou que altura maior implica em velocidade maior, mas não conseguiu fazer a associação com as energias.

Resultados Para o Grupo F

Segue no Quadro 8 os resultados do Grupo F.

Quadro 8. Respostas e ações do grupo F.

Questão Investigativa 1	Quais parâmetros ou variáveis influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa?
Planejamento 1	“Os parâmetros que vão diferenciar quem ganha a corrida serão o peso e a altura. Vamos colocar 3 pesos diferentes, em alturas diferentes: $P_1 = 43\text{kg}$, $P_2 = 60\text{kg}$, $P_3 = 97\text{kg}$. Altura maior e menor serão avaliadas”. “Hipótese 1, P3 mais rápido: p1 quando estiver na altura menor ela irá mais devagar; p1 quando estiver na altura maior ela irá mais rápido; p3 quando estiver na altura menor irá mais devagar em relação a altura maior”.
Relatório 1	“Na hipótese 1 de P1 e P3 na mesma altura o P3 iria mais rápido. Na hipótese 2 de P1 na maior altura e P3 na menor altura, P3 ainda seria mais rápido. Resultado: P1 na maior altura foi mais rápida que a pessoa P3 na menor altura”.
Questão Investigativa 2	Observem as 3 tirolesas da Praça da Ciência quando não estão sendo usadas e descrevam todas as diferenças entre elas. Quais medidas deverão ser feitas para caracterizá-las completamente?
Planejamento 2	“Altura 1ⁱ; Altura 2ⁱ; Altura 3ⁱ. Altura 1^f; Altura 2^f; Altura 3^f. Comprimento total descontando amortecedor”.
Relatório 2	“Altura 1ⁱ: 2,0m + 95cm chão; Altura 2ⁱ: 1,90m + 80cm chão; Altura 3ⁱ: 1,85m + 62cm chão. Altura final = 2,5m. Comprimento total descontando amortecedor: 10,60m”.
	
Questão Investigativa 3	Usando as Leis de Newton formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas. Para cada diferença observada elabore uma explicação.
Diferenças Observadas	“Peso, altura, comprimento e amortecedor”.
Explicações	“Peso- cada peso exerceu uma força sobre o brinquedo. $P_1 = 430\text{N}$, $P_2 = 600\text{N}$, $P_3 = 970\text{N}$. Altura - A variação de altura influencia na energia mecânica. Cada altura proporcionará uma energia mecânica diferente. Comprimento - como o comprimento foi o mesmo não houve diferença entre as três. Amortecedor - lei da ação e reação o amortecedor volta e o corpo pela inércia, vai para a frente. Anexo: Na tirolesa nós vemos a primeira de Newton em ação o corpo parado segurando o ferro, continua parado. Observamos a 3ª lei de Newton quando realizamos uma ação (impulso) e gera uma reação (ir para frente). a força do corpo também na 2ª lei de Newton. Na 3ª lei de Newton também é expressa no amortecedor o corpo vai para frente continua para frente”.
Questão Investigativa 4	Usando o conceito de Energia mecânica formulem explicações para as diferenças observadas ou medidas a respeito da corrida nas tirolesas.
Diferenças Observadas	“Peso e altura - observados na energia potencial gravitacional”.
Explicações	“pelo conceito de que $E_m = E_c + E_p$. Podemos afirmar que alterando a altura e peso, mudamos a energia potencial gravitacional, alterando o resultado da energia mecânica final”.

Fonte: Os autores.

Na questão 1 o grupo F formulou e confirmou a hipótese da influência da altura e da massa. Esse grupo foi o único a fazer um planejamento, pensando em usar alunos com 3 massas

diferentes e avaliar a influência da altura. Eles concluíram que maior altura ou maior massa implica em maior velocidade.

Na questão 2 o grupo F mediu as diferenças de altura das tirolesas e fez um desenho. Na questão 3 o grupo F conseguiu identificar evidências da 1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton. Na questão 4 o grupo F percebeu que a energia potencial gravitacional está relacionada à altura e que a energia mecânica é a soma das energias cinética e potencial.

Análise Geral das Atividades Investigativas

Na questão 1 sobre parâmetros ou variáveis que influenciam em quem ganha a corrida na Tirolesa, dos 6 grupos 4 mencionaram a altura sendo que 2 grupos perceberam a diferença de inclinações entre as 3 tirolesas. Todos os 6 grupos mencionaram a influência do peso ou da massa. Somente o grupo E mencionou a influência da textura do fio e do impulso inicial. Observou-se que os alunos citaram diversos parâmetros indicando que essa abordagem pode melhorar o interesse e participação deles.

Na etapa de planejamento nessa questão 1 houveram hipóteses contraditórias a respeito da influência da massa na velocidade final, sendo que 2 grupos acreditavam que a maior massa implicaria numa velocidade maior e 2 grupos afirmavam o contrário. Três grupos afirmaram que a altura e a inclinação implicariam em velocidade maior no final. Somente o grupo E mencionou que sem impulso a velocidade seria menor.

Somente o grupo F fez um planejamento de fato, formulando hipóteses e pensando em testá-las na tirolesa com alunos de massas diferentes. Na etapa de formulação de hipótese e de planejamento experimental os alunos costumam ter dificuldades de forma que seria importante, antes da intervenção, o professor ensinar o processo de investigação científica abordando um exemplo.

Ainda na questão 1, na etapa do relatório, no geral os grupos concordaram que maior altura ou inclinação implica em maior velocidade. Para as tirolesas maior inclinação significa também maior altura. Contudo houveram discordâncias a respeito da influência da massa, possivelmente pelo fato da maioria ter negligenciado o papel do atrito. Outro fator negligenciado foi o impulso inicial, citado somente pelo grupo E no planejamento e pelo grupo D após os experimentos.

Na questão investigativa 2 para descrever todas as diferenças entre as 3 tirolesas e quais

são as medidas que deveriam serem feitas para caracterizá-las completamente, a maioria dos grupos (5 dos 6) sugeriu medir as alturas. O objetivo desta questão 2 era que os alunos percebessem que existem diferenças de altura e de inclinação entre as tirolesas, e que tivessem a curiosidade de determiná-las. Eles até realizaram algumas medidas mas com objetivos pouco definidos.

Na questão investigativa 3 que solicitava o uso das Leis de Newton para explicar as diferenças observadas na corrida nas tirolesas, houveram 13 respostas, sendo 3 respostas relacionadas à 1ª Lei, 4 respostas relacionadas à 2ª Lei, 4 respostas relacionadas à 3ª Lei e 2 respostas relacionadas com energia.

Na questão investigativa 4 que solicitava o uso do conceito de energia mecânica para explicar as diferenças observadas na corrida nas tirolesas, 4 dos 6 grupos conseguiram elaborar uma explicação relacionando os conceitos.

Dentro da metodologia do ensino por investigação foi possível identificar evidências de algumas práticas epistêmicas e científicas (Sasseron, 2018; Sasseron; Silva; 2021; de Souza Bodevan; Rosa Coelho, 2023). Durante a fase de análise e planejamento da questão investigativa 1 houveram indícios das práticas epistêmicas da Proposição, Comunicação, Avaliação e Legitimação das ideias que surgiram dentro dos grupos, pois antes de responder no roteiro eles analisavam a viabilidade das respostas baseado em situações similares do dia a dia, questionamentos, analogias e experimentos. Ao longo de todo o encontro 3 também foi possível identificar indícios das práticas científicas do Trabalho com novas informações, Levantamento e Teste de hipóteses e Construção de explicações.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostraram que todos os 6 grupos formularam hipóteses e desenvolveram certo grau de protagonismo ao tentar identificar variáveis, planejar e realizar testes e experimentos, fazer observações, coletar dados e informações e por fim realizar as análises comparativas com as hipóteses, indo de encontro com o que prevê a BNCC.

As questões propostas aos alunos favoreceram o desenvolvimento da curiosidade, da autonomia e da criatividade, quando tiveram que investigar usando os conhecimentos que tinham, satisfazendo o que foi defendido por (Azevedo, 2012) de que o problema não deve ser muito específico e favorecer a participação dos alunos.

A variedade de hipóteses feitas e de tentativas de compreensão das questões caracterizaram uma atividade investigativa do tipo laboratório aberto, onde os alunos através de um experimento procuraram responder às questões.

Uma dificuldade encontrada foi o planejamento na questão 1, pois somente grupo F a fez. Assim, nas próximas intervenções é necessário ensinar os alunos esse processo de investigação.

Um fato positivo foi que não houve uma preocupação por parte dos alunos da obrigação de acertar as respostas, o que poderia atrapalhar o processo.

Na questão 2 os grupos tiveram certa dificuldade em compreender o que deveriam fazer indicando a necessidade de deixar mais claro para os alunos o que se espera deles.

Em relação ao local onde a atividade investigativa foi realizada, o engajamento e interesse observado nos alunos concordou com Cazelli e Coimbra (2012), a respeito dos espaços não-formais proporcionarem um ensino mais lúdico e interativo.

REFERÊNCIAS

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**. São Paulo: Thomson, 2004.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BYBEE, R. W. Teaching science as inquiry. In E. Van Zee (Ed.), **Inquiring into inquiry learning and teaching in science** (pp. 20-46). Washington: American Association for the Advancement of Science, 2000.

CARVALHO, A. M. P., SANTOS E. I., AZEVEDO M. C. P. S., DATE, M. P. S., FUJII, S. R. S., & BRICCIA, V. **Calor e temperature: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora da Física, 2014.

CAZELLI, S.; COIMBRA, C. A. Q. Pesquisas educacionais em museus: desafios colocados por diferentes audiências. In: **Workshop Internacional de Pesquisa em Educação em Museus**. 2012. p. 12-14.

DE SOUZA BODEVAN, J. A.; ROSA COELHO, G. Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 8–32, 2023.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, 1 (9), 31-40, 1999.

GOHN, M. da G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, p. 89-111, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA-ES. Acervo da Praça da Ciência, 2020.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação**. Tese de Doutorado - Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009.

SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. Sobre Alfabetização Científica e sobre práticas epistêmicas: encontros de ações para a pesquisa e ensino de ciências. In: **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas**. MILARÉ, T; RICHETTI, G. P; LORENZETTI, L; FILHO, J. P. A (Org.). 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1061-1085, 2018

SOARES, C. T. S.; DA SILVA, A. M. M. Escolha e controle em um ambiente museal: um estudo com professores de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 177-198, 2013.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, p. 67-80, 2011.