

Cadernos de estágio

# O ensino por investigação em uma sequência didática sobre Gravitação e Leis de Kepler

Julia Medeiros<sup>1</sup>

## Informações

1 [jumedeiros180501@gmail.com](mailto:jumedeiros180501@gmail.com)

## Como citar este texto

MEDEIROS, J. O ensino por investigação em uma sequência didática sobre Gravitação e Leis de Kepler. Cadernos de Estágio, v. 6, n. 2, 2024. DOI [doi.org/10.21680/2763-6488.2024v6n2ID37343](https://doi.org/10.21680/2763-6488.2024v6n2ID37343)

Em contraponto a uma visão tradicional para o ensino de Física, centrada no professor, tem-se como possibilidade o apoio a metodologias diferenciadas no currículo. Nesse sentido, em uma aprendizagem ativa, o aluno exerce sua autonomia e tem sua participação no processo de ensino e aprendizagem evidenciada (Studart, 2019). O ensino por investigação se apresenta como uma metodologia assentada na investigação científica e abre caminhos para a inovação e mudança de foco na prática educativa. Para isso, são propostas atividades que permitem aos alunos exercitarem suas habilidades e ao professor,



questionar e incitar discussões relevantes no contexto em que os sujeitos estão inseridos.

À vista disso, esta pesquisa trata da apresentação dos resultados obtidos com a implementação de uma sequência didática sobre os temas de estudo da Astronomia: Gravitação, 1ª e 2ª Leis de Kepler. Buscando contextualizar o conteúdo da Física e promover a aprendizagem dos alunos, foram utilizadas ferramentas de ensino diversas na elaboração da sequência didática. Desvinculando-se do ensino tradicional da disciplina e favorecendo o desenvolvimento das habilidades associadas ao entendimento dos conteúdos específicos, adotou-se a abordagem didática do ensino por investigação.

36

A experiência mencionada ocorreu durante a disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Física de um curso de licenciatura em Física de uma Universidade Federal do Sul do Brasil. A atividade tem como objetivo capacitar professores a assumirem o papel de pesquisadores e autores em suas práticas (Leonel, 2021). Além disso, a sequência didática foi elaborada pela estagiária (autora deste trabalho) com a orientação da professora da disciplina de estágio e do professor supervisor da escola onde o estágio foi realizado.

As atividades investigativas escolhidas envolviam materiais de divulgação científica e prática experimental. Já a metodologia para a análise dos resul-

tados possui caráter qualitativo, reafirmando a subjetividade do material em questão (Lüdke; Andre, 1986) e, a verificação da eficiência da estratégia pedagógica tem como suporte a Análise de conteúdo segundo Bardin (1977).

## O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Na estratégia didática de ensino por investigação são desenvolvidas atividades em que o aluno é protagonista das ações, estimulando sua autonomia e capacidade deliberativa frente aos problemas apresentados. Para Clement et al. (2015, p. 117) “(...) o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”. Dessa forma, o aluno pode expor suas concepções, mesmo que não sejam coerentes com o conhecimento científico.

No ensino por investigação as atividades se dão conforme a evolução dos alunos quanto a compreensão dos conteúdos e, por serem de caráter mais aberto, podem ser feitas conforme as discussões promovidas e identificação de novas descobertas ou reavaliação das respostas (Mourão; Sales, 2018). A abordagem didática garante seu espaço em currículos que possuem a intenção de fazer com que os alunos realizem investigações e compreendam melhor a prática da investigação científica (Grandy; Duschl, 2007). Assim sendo, as ativi-

dades em sala de aula devem fornecer subsídios para a explicação dos fenômenos a partir da dedução de hipóteses, construção de leis, teorias e modelos. Promovendo a modificação conceitual a partir das ideias dos alunos e fazendo-os exercitarem práticas e raciocínios bastante utilizados na rotina científica.

As sequências didáticas de ensino por investigação criam uma ligação entre as atividades e seu tema de destaque, aos conceitos, às práticas e relações estabelecidas com as outras esferas que possam ser trabalhadas. O que reforça o papel docente de propositor de problemas, orientador e instigador das discussões (Sasseron, 2015). Isto posto, são diversas as opções de atividades investigativas que podem ser realizadas para ministrar aulas dentro da abordagem didática do ensino por investigação e algumas delas serão mais bem especificadas na próxima seção.

### **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**

As atividades investigativas são caracterizadas por trazerem situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, perpassando pela resolução de problemas e culminando com a apresentação dos conceitos. Para Carvalho (2014) são quatro as possibilidades de abordagens investigativas que podem ser desenvolvidas pelo professor em sala de aula, a saber: Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto, Questões Abertas e Problemas Abertos. Na

experiência que será descrita nas próximas seções, teve-se como foco as atividades do tipo Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto e Questões Abertas.

Dentre as principais características de tais abordagens investigativas, as Demonstrações Investigativas abrangem as atividades que iniciam com a proposição de um problema ou fenômeno a ser estudado e investigado. Usualmente, no ensino de ciências, são realizadas demonstrações experimentais para a visualização dos conteúdos (Carvalho, 2014). O professor deve buscar a proposição de questões sobre o problema a ser estudado como forma de identificar as concepções dos alunos sobre a temática e então, realizar a transposição entre o saber cotidiano e o saber científico (Mourão; Sales, 2018).

No Laboratório Aberto são realizadas investigações experimentais nas quais os alunos podem resolver problemas através dos resultados que obtêm com experimentos. Ao longo da atividade é estimulado nos alunos o desenvolvimento das capacidades de análise, comparação, interpretação e avaliação crítica. Já as Questões Abertas tratam da apresentação de temas cotidianos por meio de problemas que busquem propiciar uma maior participação, reflexão e sistematização dos alunos frente ao conteúdo. Com elaboração de produções textuais pelos alunos, o professor pode perceber os pontos de aproximação entre o texto

redigido e o conhecimento científico estudado (Carvalho, 2014).

### **ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta seção será feita a descrição da estrutura organizacional da sequência didática desenvolvida para o ensino dos conteúdos de Gravitação, 1ª e 2ª Leis de Kepler. As aulas foram ministradas em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Federal de Educação Básica do estado de Santa Catarina, composta por 25 alunos. Nesse contexto, o currículo de Física estipulava 3 aulas semanais para a disciplina, cada uma com 40 min. Sendo que, de acordo com as orientações da disciplina de estágio, que previa um período de observação de 6 aulas e um período de regência de 6 aulas, no ensino do conteúdo específico, foram necessárias 6 aulas para a execução das atividades planejadas.

Inicialmente, enquadrando-se no ensino de Gravitação, foram apresentados aspectos históricos da origem dos primeiros estudos na área e os dois modelos conflitantes para a compreensão do Universo, o ptolomaico (baseado no modelo grego aristotélico) e o copernicano. As diferenças entre as teorias foram reforçadas utilizando-se simulações computacionais que ilustravam as órbitas planetárias geocêntrica e heliocêntrica. Para aprofundar o estudo, os alunos foram orientados à realização da leitura do primeiro capítulo da História em

Quadrinhos (HQ) “Ombros de Gigantes”, com autoria de Annibal Hetem Junior, Jane Gregório-Hetem e Marlon Tenório (2016) e resolução de questões correspondentes ao material de divulgação científica. A produção textual efetuada se enquadra em uma atividade investigativa do tipo Questões Abertas. A partir das questões propostas pelo professor gerou-se uma discussão que permitiu sistematizar os conteúdos desenvolvidos. Em particular, a escolha de literatura relaciona-se à intenção de estimular a leitura aos alunos.

Para a atividade enquadrada em Demonstrações Investigativas, partiu-se da apresentação de um aparente problema na teoria copernicana relacionado ao fenômeno da paralaxe estelar. Solicitando aos alunos a redação de uma possível explicação, buscava-se que fossem geradas discussões e formulações de hipóteses para a compreensão do problema. Prosseguindo para o ensino da 1ª e 2ª Leis de Kepler e iniciando a apresentação com uma explanação sobre a conjuntura política, cultural e social em que as leis foram desenvolvidas.

Após a explicação e definição da 1ª Lei de Kepler (Lei das órbitas) e 2ª Lei de Kepler (Lei das áreas), os principais resultados das leis foram ilustrados com o auxílio de simulações computacionais e, para investigar as características da figura geométrica elipse, os alunos fizeram em grupos uma atividade investigativa do tipo Laboratório Aberto.

A atividade consistia na construção de diferentes configurações de elipses, modificando os valores de excentricidade e respondendo questões sobre os resultados obtidos.

Com a escolha dessas atividades, buscava-se realizar avaliações para diagnóstico e contribuição ao aprendizado, e não simples julgamentos. Por conseguinte, sendo optado pela avaliação do tipo diagnóstico e formativa, privilegiou-se os resultados do processo de ensino e aprendizagem conforme as aulas e não a atribuição de notas ou classificações (Perrenoud, 1999). Analisando as respostas dos alunos com a entrega das atividades, intencionava-se avaliar as competências adquiridas no decorrer das aulas, ou seja, a capacidade de associação entre os fenômenos, o emprego do conteúdo científico aprendido nas explicações, o correto uso da linguagem científica e capacidade de argumentação.

Para a avaliação dos resultados da sequência didática, todos os instrumentos de pesquisa (respostas colhidas com a resolução das questões sobre: o texto da HQ, o aparente problema na teoria copernicana e a atividade de construção de elipses) foram submetidos à Análise de conteúdo, que, conforme a determinação de Bardin (1977), é formada por três critérios: pré análise; exploração do material e tratamento dos resultados. A pré análise consiste inicialmente na or-

ganização e análise crítica do material. A partir dos padrões das respostas são propostos indicadores, fundamentados na representatividade das respostas; na homogeneidade, e na pertinência. Na segunda fase, de exploração do material, são definidas categorias e, na terceira fase, fazem-se o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A adesão dessa perspectiva fez-se oportuna devido à sua objetividade e criticidade no tratamento de dados da pesquisa qualitativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estipula-se que no início de um ciclo investigativo sejam efetuados questionamentos aos alunos que possam despertar a curiosidade sobre o assunto, interesse e discussões durante a formulação das prováveis soluções. Tendo isso em mente, os alunos elaboraram resoluções às questões propostas pelo professor na atividade de leitura do capítulo do livro de HQ e, como resultado da execução da Análise do conteúdo, elaborou-se a Tabela 1. Trazendo as perguntas feitas, os indicadores (unidades de contexto) que puderam ser criados com base nas explicações dos alunos e os conteúdos conceituais (unidades de registro) da Física, pertencentes a uma categoria geral denominada de “Conteúdo conceitual da Física empregue pelos alunos”.

**Tabela 1** – Análise do conteúdo dos resultados da atividade de leit

<b>Perguntas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Conteúdo conceitual</b>
Como era o modelo heliocêntrico de Aristarco? Ele foi bem aceito pelos estudiosos gregos da época?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os planetas orbitam o Sol;</li> <li>• O modelo não foi bem aceito na época.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo geocêntrico de Ptolomeu.</li> </ul>
Qual era a justificativa dada por Ptolomeu para a afirmação de que o Sol não poderia ocupar o centro do universo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento aparentemente anômalo de alguns planetas;</li> <li>• Órbitas circulares dos corpos celestes com a Terra imóvel ocupando o centro das trajetórias;</li> <li>• Percepção do movimento do Sol no céu ao longo do dia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento retrógrado;</li> <li>• Órbitas circulares.</li> </ul>
Que explicação Ptolomeu formulou para as órbitas não circulares dos planetas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os planetas descrevem órbitas circulares menores chamadas de epiciclos enquanto estão inseridos em uma órbita circular maior chamada de deferente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Órbitas circulares;</li> <li>• Epiciclos;</li> <li>• Deferente.</li> </ul>

**Fonte** – Própria autora

Os indicadores apontam, em uma perspectiva geral, que o conhecimento científico foi mobilizado assertivamente na resolução das questões pelos alunos. Os argumentos trazidos contêm elementos substanciais presentes no livro de divulgação científica, sugerindo que os alunos o utilizaram como fonte

para consulta. Esses apontamentos reforçam a ideia de que essa modalidade de material didático é uma eficiente alternativa para a explanação dos conteúdos da Física.

Para a atividade da paralaxe, os alunos deveriam formular um argumento capaz de refutar a ideia de que o mo-

delo de Copérnico estava incorreto. O procedimento de análise dos resultados assumido é análogo àquele descrito anteriormente. A Tabela 2 apresenta o problema levantado aos alunos, os indicadores que foram criados a partir das respostas e os conceitos da Física que embasaram suas argumentações. Pode-se concluir que os alunos identificaram

uma solução pró modelo heliocêntrico utilizando dos conhecimentos científicos aprendidos, mostrando que houve o correto entendimento da necessidade de se considerar fatores como distância, movimento do observador e posição relativa para a percepção do efeito paralaxe.

**Tabela 2** – Análise do conteúdo dos resultados da atividade da paralaxe

<b>Problema</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Conteúdo</b>
Não se observava o deslocamento lateral, denominado paralaxe, na posição das estrelas durante o ano. Ao contrário do que era esperado com a Terra movendo-se em torno do Sol.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O fenômeno da paralaxe perde efeito quando é retilínea a trajetória aparente da luz das estrelas à Terra em movimento;</li> <li>• A grande distância das estrelas à Terra faz com que o efeito da paralaxe seja imperceptível.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralaxe;</li> <li>• Raios de luz;</li> <li>• Trajetória retilínea.</li> </ul>

41

**Fonte** – Própria autora

A atividade para estudo da elipse tinha como objetivo fazer com que os alunos compreendessem as principais características sobre a forma geométrica. Constituindo-se de uma atividade prática experimental em grupo, os alunos deveriam desenhar, utilizando os materiais disponibilizados e um roteiro instrucional, duas elipses com parâmetros diferentes, calcular a excentricidade de cada uma e responder às seguintes questões: “Qual das elipses se aproxima

mais da órbita de um planeta em torno do Sol? Ela é mais circular ou menos circular do que a órbita real?” e “Suponha que vocês queiram desenhar uma elipse com excentricidade dada. Como vocês fariam? Exemplifique o procedimento para a construção de uma elipse de excentricidade  $e = 0,5$ .”

Para a primeira questão, as respostas corretas mencionaram aquela com menor valor de excentricidade, a exemplo, um dos grupos acrescentou que“(...

ela é menos circular [que a órbita real dos planetas ao redor do Sol]” e, para a segunda questão, a respeito de como desenhar uma elipse a partir de uma excentricidade dada, o mesmo grupo respondeu que “nós colocamos a distância entre os focos de 2 cm e depois colocamos a distância do semi eixo maior em 2 cm”, obtendo o valor correto de  $e = 0,5$  na elipse construída.

Em suma, os grupos de alunos conseguiram realizar a atividade, aqueles que estavam com dificuldade em interpretar as instruções do roteiro, receberam auxílio tanto docente quanto dos colegas de turma, para que autonomamente conseguissem concluí-la de maneira adequada. Discutindo entre si, expondo seus pontos de vista, resolvendo os cálculos necessários e escrevendo as respostas discursivas. Diante disso, a proposição da atividade sobre a elipse permitiu aos alunos compreender e interpretar a definição e os elementos dessa figura matemática fundamental para a compreensão da 1ª Lei de Kepler.

Os resultados da experiência descritos acima, reforçam o potencial das abordagens investigativas como alternativa à prática tradicional de ensino dos conteúdos de Física. Percebe-se que, nas atividades investigativas, os alunos adquirem habilidades, elaboram suas próprias hipóteses, participam das discussões e comunicam os resultados entre si, o que certamente contribui para que compreendam melhor sobre a na-

tureza dos conhecimentos científicos. Sendo assim, acredita-se que a abordagem didática pode ser estendida aos demais conteúdos da Física, como relatado em pesquisas anteriores (Mourão; Sales, 2018; Moura; Silva, 2019), conciliando teoria e prática na busca pelo aprimoramento das propostas de ensino da disciplina.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta os resultados da experiência de uma sequência didática para o ensino de Gravitação e Leis de Kepler. Neste estudo, pôde-se verificar aspectos de ensino e aprendizagem, como o fato de as atividades desenvolvidas possibilitarem que os alunos atuassem ao longo das aulas de maneira crítica, reflexiva e autônoma, resultados estes que podem contribuir na construção de outras propostas de ensino de Física.

A escolha da abordagem didática do ensino por investigação apoiou-se na expectativa de tornar os alunos sujeitos ativos, capazes de conceber seus próprios entendimentos sobre os conteúdos frente aos problemas trazidos pelo professor. As atividades de Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto e Questões Abertas mostram-se alternativas metodológicas eficientes àquelas utilizadas na prática tradicional, oportunizando o desenvolvimento nos alunos das habilidades estipuladas nos documentos oficiais para a educação



nacional. Foi possível constatar ainda que os materiais de divulgação científica utilizados provocaram a assimilação da cultura da ciência pelos alunos, logo, têm-se uma opção de recurso didático diferente a ser aderida pelo professor, que precisará mediar de forma dialógica as interações entre os alunos e destes com o meio de informação.

Apesar da complexidade da tarefa de se propor novas abordagens para o ensino e dos diferentes obstáculos que existem na prática educacional, com a revisão crítica do trabalho docente, prioriza-se a aprendizagem ao invés da transferência de saberes.

#### REFERÊNCIAS

43

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVEZ-FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, maio 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101/29302>. Acesso em: 2 set. 2024.

GRANDY, R. E.; DUSCHL, R. A. Reconside-

ring the character and role of inquiry in schools science. **Science and Education**, v. 16, p. 141-166, 2007. DOI <https://doi.org/10.1007/s11191-005-2865-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-005-2865-z#citeas>. Acesso em: 2 set. 2024.

LEONEL, A. A. Um olhar para a formação docente em Física a partir do estágio supervisionado. In: BRANCHER, V. R.; DREHMER-MARQUES, K. C.; NONENMACHER, S. E. B. (Org). **Formação de Professores no Ensino de Ciências**. Santongelo: Metrics, p. 127-150, 2021.

LÜDKE, M.; ANDRE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOURA, F. A.; SILVA, R. O Ensino de Física por Investigação: A socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 3, p. 1-11, 21 dez. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662194010/560662194010>. Acesso em: 2 ser. 2024

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didática no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, ago. 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/>

[index.php/eenci/article/view/113/95](http://index.php/eenci/article/view/113/95).

Acesso em: 2 set. 2024.

PERRENOUD, P. Não mexa na minha **avaliação!** Uma abordagem sistêmica da mudança. In: PERRENOUD, P. *Avaliação: Da Excelência à Regulação das Aprendizagens Entre duas Lógicas*. Porto Alegre: Artmed, 1999. v. 16, cap. 9, p. 145-168.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 set. 2024.

44

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28857/29303>. Acesso em: 2 set. 2024.