

Ensino de cinemática através de bolhas de ar dentro de colunas de líquidos

Sarmiento, G. N.^{1*}; Filho, H. P.^{1&}; Coutinho, N. F.^{2\$}; Buffon, L. O.^{3#}; Piumbini, C. K.³⁺

¹ Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, Brasil.

² Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Agenor de Souza Lé, SEDU, ES, Brasil.

³ Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF), Coordenadoria de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, Brasil.

* gabriel.n.sarmiento@gmail.com, & hpalassif4@gmail.com, \$ niveafer@hotmail.com, # buffon@ifes.edu.br,
+ cleiton.kenup@ifes.edu.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo relatar a construção, a aplicação e as experiências vivenciadas pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) do subprojeto do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica. Na intervenção, realizada no segundo semestre de 2023 de forma presencial, buscou-se ensinar cinemática, relacionando suas grandezas com acontecimentos do trânsito. Essa escolha permite uma aplicação da Física no dia a dia do aluno. Para isso fizemos uma analogia dos movimentos dos automóveis nas rodovias com o movimento de bolhas de ar dentro de colunas de líquidos através de experimentos que construímos com o objetivo de permitir uma melhor visualização do conteúdo e possibilitar o manuseio dos alunos. Como metodologia de aplicação, foi usado o método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), justamente com a ferramenta *Plickers*, e um questionário. Através dessa metodologia ativa, procuramos desenvolver maior participação e engajamento dos alunos. Como forma de avaliação e coleta de dados, foram utilizados: questionários, a participação dos alunos nos experimentos e o engajamento em geral. Os resultados da intervenção apresentaram indícios de aprendizagem, além de aulas mais atrativas para os alunos.

Palavras chaves: Peer Instruction, Trânsito, Ensino de Física.

Abstract

This work aims to report the construction, application and experiences experienced by scholarship holders of the Institutional Teaching Initiation Scholarship Program (Pibid) of the subproject of the Physics Degree course at the Federal Institute of Espírito Santo, Cariacica campus. In the intervention, carried out in the second half of 2023 in person, we sought to teach kinematics, relating its magnitudes to traffic events. This choice allows the application of Physics in the student's daily life. To do this, we made an analogy of the movements of cars on highways with the movement of air bubbles inside columns of liquids through experiments that we built with the aim of allowing a better visualization of the content and enabling students to handle it. As an application methodology, the Peer Instruction method was used, precisely with the Plickers tool, and a questionnaire. Through this active methodology, we seek to develop greater student participation and engagement. As a form of evaluation and data collection, the following were used: questionnaires, student participation in experiments and engagement in general. The results of the intervention showed signs of learning, in addition to more attractive classes for students.

Keywords: Peer Instruction, Traffic, Teaching Physics.

1. Introdução

No cenário atual da educação, as metodologias de ensino apresentam crescente variedade com o objetivo de diversificar os tipos de aulas, na tentativa de melhorar o engajamento, a participação e a aprendizagem dos alunos. Além disso, se procura, na medida do possível, contextualizar o conhecimento que está sendo estudado com o cotidiano do aluno [1].

Dentro do contexto do ensino das grandezas cinemáticas no ensino médio, uma possível contextualização pode ser feita através da relação entre a Física e a educação para o trânsito [2, 3].

Segundo Kleer, Thielo e Santos [4], as vantagens de usar o tema da educação no trânsito no desenvolvimento de conteúdo no ensino-aprendizagem de Mecânica são:

- a) Evidência a relevância da Física e mostra como esta pode ser aplicada para resolver problemas práticos da vida real;
- b) Fornece ótimos exercícios de problemas que permitem diferentes métodos de resolução;
- c) Fornece exercícios de testagem de hipóteses, por exemplo, declaração de testemunhas;
- d) Promove a consciência acerca de questionamentos científicos sobre problemas da vida real que necessitam ser complementados, por exemplo, por considerações legais e morais;
- e) Reforça a importância da segurança nas estradas, evidenciando as vantagens do uso do cinto de segurança e da obediência às leis do trânsito.

Além da contextualização com o cotidiano, outra forma de motivar os alunos é o uso de experimentos nas aulas [5, 6], bem como a utilização das metodologias ativas. Uma metodologia ativa que propicia uma participação ativa dos alunos é a Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) [7, 8].

Assim, o objetivo geral da pesquisa relacionada à intervenção proposta por nós foi investigar se é possível ensinar cinemática de forma contextualizada com a educação no trânsito, utilizando um experimento baseado no movimento de bolhas de ar dentro de colunas de líquidos, juntamente com a metodologia da Instrução pelos Colegas.

2. Metodologia

Essa proposta de atividade foi desenvolvida e aplicada em uma escola estadual de Vila Velha no Espírito Santo, como projeto de intervenção do Pibid (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) do Curso de Licenciatura em Física do Ifes - campus Cariacica. Ela consistiu em 3 encontros de 50 minutos.

2.1. Aula interativa com o experimento das bolhas confinadas

Foi construído e entregue para cada grupo de alunos um experimento denominado de Bolhas Confinadas [9, 10], conforme mostrado na Figura 1. Cada um dos seis experimentos é formado por uma tábua de madeira com aproximadamente 70 centímetros de comprimento, sete centímetros de largura e dois centímetros de espessura; uma fita métrica de 60 centímetros fixa no meio da tábua; duas mangueiras com cerca de 62 centímetros de comprimento e oito milímetros de diâmetro interno. As mangueiras são fixadas por vários pregos na tábua que a guiam em linha reta. A fita métrica é colada entre as mangueiras com a função de medir a posição das bolhas à medida que elas se deslocam na mangueira.



Figura 1: Experimento de Bolhas Confinadas.

Em cada kit em uma das mangueiras foi colocado óleo de cozinha e na outra um dos líquidos a seguir: amaciante, detergente, álcool, água, desinfetante e sabonete líquido. Para vedar as aberturas das duas extremidades de cada mangueira, foi usado silicone, seguido de um pedaço de fita isolante. Ao fechar as mangueiras, deve-se ter o cuidado de deixar dentro um pouco de ar para que as bolhas sejam formadas.

Nesse primeiro encontro, houve 22 alunos em sala. Eles manusearam os experimentos e discutiram as respostas para as seguintes perguntas:

- i) *As velocidades das bolhas são diferentes em cada líquido? Explique.*
- ii) *Por que a velocidade da bolha muda quando o ângulo de inclinação da coluna de líquido é alterado?*
- iii) *Quais são as grandezas cinemáticas envolvidas no experimento?*
- iv) *A velocidade da bolha se altera ao longo do percurso? Justifique.*
- v) *Como é possível medir a velocidade média em diferentes pontos e verificar se realmente é constante? Faça essas medidas.*

2.2. Aplicação do questionário seguindo a metodologia da Instrução pelos Colegas utilizando os Plickers.

A Instrução pelos Colegas consiste em uma metodologia ativa criada por Eric Mazur, na década de 1990, com o objetivo de proporcionar aulas mais interativas com a participação dos alunos [8]. No fluxograma da Figura 2, é mostrado o processo que se inicia com uma explicação prévia conceitual sobre o conteúdo, seguido de uma questão conceitual de múltipla escolha para os alunos responderem individualmente. Contudo, é importante que os alunos não saibam o que os colegas irão responder, pois a próxima etapa dependerá do resultado da votação, que pode ser feita através da ferramenta de votação dos Plickers com a leitura de um qr-code através de um celular ou tablet [11-13].

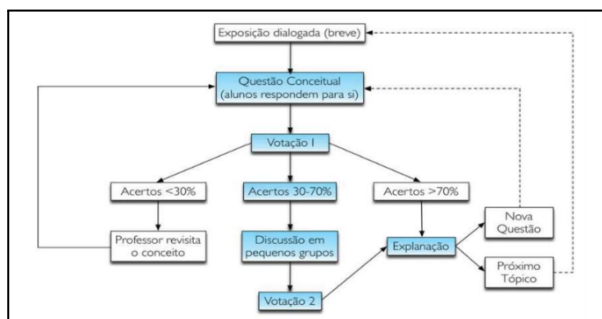


Figura 2: Fluxograma do método de Instrução pelos Colegas. Adaptado de Lasry et al. [13]

Caso o número de acertos nessa primeira votação seja maior do que 70%, discute-se a questão, apresenta-se a resposta correta e segue-se para outra questão. Se o número de acertos ficar entre 30% e 70%, solicita-se que os alunos formem grupos de 2, 3 ou 4 alunos e discutam por alguns minutos as respostas que escolheram, mas sem saber a resposta certa. O professor deve orientar aos alunos que defendam e justifiquem suas respostas diante dos colegas. Em seguida, é feita uma segunda votação e, dependendo do resultado, repete-se esse procedimento ou segue-se o procedimento do caso em que o resultado foi de mais de 70% de acertos. Se o número de acertos continuar entre 30% e 70%, após a segunda votação, o professor deve esclarecer um pouco mais a questão sem dar a resposta e depois fazer uma terceira votação. O professor deve avaliar até quando esse processo deve continuar.

Se o número de acertos for inferior a 30%, discute-se os conceitos envolvidos na questão de uma forma mais detalhada e se refaz a votação individual da questão. Dependendo do resultado, repete-se esse processo de discussão e votação ou segue-se para as etapas seguintes.

Nesse segundo encontro, todo esse processo foi feito com o auxílio de uma apresentação em slides;

e 26 alunos participaram. Iniciou-se com uma breve apresentação sobre as Grandezas Cinemáticas e questões a respeito do trânsito tais como: a avaliação do tempo ao atravessar uma rua, o significado de certas placas de trânsito, o funcionamento dos radares de trânsito na estrada etc... Além disso, explicou-se a relação entre o experimento de bolhas confinadas e alguns elementos presentes no ambiente de trânsito, associando-se às rodovias e estradas com as mangueiras preenchidas com líquidos presas às tábuas; e os veículos, com as bolhas de ar.

Em seguida foram aplicadas as seguintes perguntas:

- i) *Quais das grandezas cinemáticas estão presentes no ambiente de trânsito?*
 a) *Deslocamento, velocidade e tempo;*
 b) *Deslocamento, massa e tempo;*
 c) *Velocidade, aceleração e densidade;*
 d) *Aceleração, massa e inclinação.*

- ii) *Qual é a grandeza física que um radar de trânsito mostra ao passar por ele um veículo?*
 a) *Massa;*
 b) *Aceleração;*
 c) *Distância;*
 d) *Velocidade.*

- iii) *Quais as unidades de medida, no Sistema Internacional (SI), das principais grandezas cinemáticas envolvidas no trânsito?*
 a) *metro[m], quilograma[kg] e segundo[s];*
 b) *metro/segundo²[m/s²] e quilograma[kg];*
 c) *metro[m], segundo[s] e metro/segundo[m/s];*
 d) *segundo[s], Celsius[C°] e quilograma[kg].*

- iv) *Um veículo passa em uma estrada reta com velocidade constante no sentido positivo do eixo das posições. De repente, o motorista pisa no freio, e o veículo para completamente em pouco tempo. Qual é o tipo de aceleração que ocorreu nessa situação?*
 a) *aceleração positiva;*
 b) *aceleração negativa;*
 c) *aceleração nula;*
 d) *aceleração infinita.*

- v) *Qual é a importância de conhecer as grandezas cinemáticas (velocidade, aceleração, tempo e deslocamento) na educação para o trânsito?*
 a) *Para calcular o consumo de combustível dos veículos e reduzir a poluição atmosférica;*
 b) *Para entender os limites de velocidade das rodovias e evitar acidentes;*
 c) *Para aplicar os conceitos de Física em situações reais e desenvolver uma visão CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade);*
 d) *Para compreender o funcionamento dos motores dos veículos e realizar manutenções preventivas.*

XIV Encontro Científico de Física Aplicada - 2024

2.3. Aplicação do questionário de opinião

Nesse encontro, estavam presentes 26 alunos que responderam às seguintes perguntas:

- i) Diga com suas palavras, o que achou da intervenção e se conseguiu compreender algo sobre o conteúdo ensinado?
- ii) Existe alguma coisa que não foi perguntada, mas que você gostaria de dizer com base em sua participação durante as aulas?
- iii) Qual a sua opinião sobre a discussão feita em grupo com os outros alunos?
- iv) Você acha que essa intervenção ajudou a entender o conteúdo?

3. Relato da intervenção e Análise dos Resultados

No primeiro encontro, cada grupo recebeu um experimento de Bolhas Confinadas para observar, interagir com o experimento e discutir as questões propostas. Os bolsistas do Pibid atuaram como mediadores guiando as conversas para os assuntos desejados, conforme mostrado na Figura 3. Nesse cenário, houve discussões sobre as grandezas cinemáticas – deslocamento, velocidade, tempo e aceleração – e também sobre as unidades de medidas no SI (Sistema Internacional de Unidades). Após um tempo, os alunos chegaram a algumas conclusões preliminares, tais como:

- “A ordem de velocidades, do mais rápido para o mais lento, foi desinfetante, álcool, água, óleo, detergente, sabonete líquido e amaciante”;
- “Em alguns ângulos, o óleo era mais rápido que a água”.



Figura 3: Aula interativa com a demonstração do experimento no primeiro encontro.

No segundo encontro, mostrado na Figura 4, foi aplicada a metodologia da Instrução pelos Colegas. Cada pergunta teve no máximo três tentativas para ser

respondida corretamente; e cada votação teve um intervalo de dois minutos para resposta.

O resultado da aplicação é mostrado no Gráfico 1. As questões 1 e 2 apresentaram maior entendimento entre os alunos já na primeira votação, com taxas de acerto iguais a 73% e 91%, respectivamente. Esse cenário demonstrou maior familiaridade dos participantes com as grandezas cinemáticas do trânsito e também sobre os radares de velocidade. Por outro lado, as questões 3 e 4 necessitaram de três tentativas para que a taxa de acerto ultrapassasse 70%, ilustrando certo nível de dificuldade entre os alunos a respeito das unidades de medida e da grandeza física - aceleração. Já a questão 5 passou por duas votações até que a taxa de acerto entre os alunos excedesse 70%, inclusive com o menor número de acertos na primeira tentativa (27%), indicando uma possível dificuldade de parte dos alunos sobre a importância das grandezas cinemáticas no trânsito. Em geral, os resultados obtidos apresentaram indícios de aprendizagem por parte da turma.

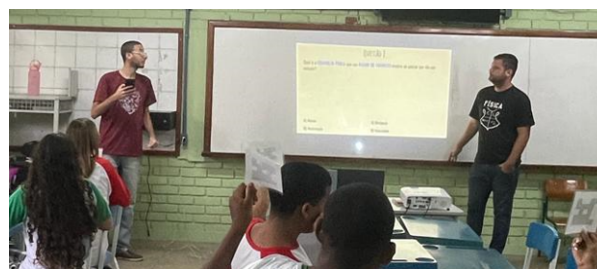


Figura 4: Aula utilizando a metodologia da Instrução pelos Colegas no segundo encontro.

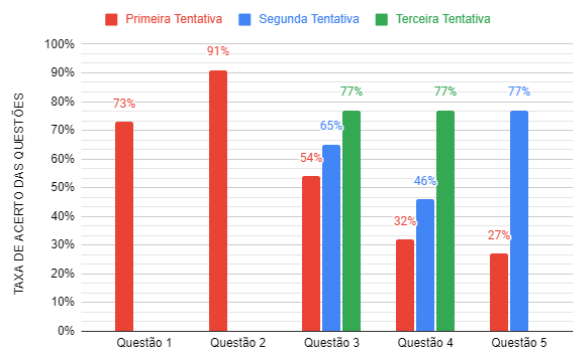


Gráfico 1: Análise de dados em relação ao questionário aplicado pelo Plickers.

Em relação ao questionário de opinião aplicado no terceiro encontro, tivemos algumas respostas dos alunos, tais como:

Aluno 5: “Achei a tarefa muito divertida e bem legal de fazer com os alunos. Algumas coisas da matéria vista com vocês, consegui entender.”

Aluno 19: “Queria saber se outras matérias de física podem ser ensinadas igual estas aulas.”

XIV Encontro Científico de Física Aplicada - 2024

Aluno 8: "Gostei muito de fazer com os colegas e acho que aprendi mais a matéria desse jeito."

Aluno 24: "Sim. As conversas foram legais e ajudaram a entender a matéria passada nas aulas."

Analisando os encontros e as opiniões dos alunos, é possível perceber indícios de aprendizagem e de engajamento por parte dos alunos.

4. Conclusão

O trabalho descrito neste artigo foi feito com o objetivo de apresentar formas diferentes para estimular os alunos em relação aos estudos de grandezas cinemáticas. Acreditamos que o uso do experimento das bolhas confinadas trouxe um elemento novo de motivação e visualização para os alunos. O fato de terem sido utilizados 6 kits permitiu aos alunos terem aulas interativas incentivando uma participação mais ativa. A aplicação da metodologia da Instrução pelos Colegas possibilitou a criação de um ambiente colaborativo na turma. O uso da ferramenta Plickers proporcionou agilidade nas votações e na coleta de dados. O questionário de opinião refletiu boa aceitação dos alunos indicando a importância de aulas deste tipo serem aplicadas com mais frequência no ensino médio.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Cariacica, pela oportunidade de participar do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento e à escola estadual Agenor de Souza Lé, onde as atividades foram desenvolvidas.

6. Referências

[1] SILVA, J. S.; SANTOS, A. M. Leis de Newton: Relevância e aplicabilidade na vida cotidiana. JOIN, [s. l.], 2017. Disponível em: editorarealize.com.br/editora/anaais/join/2017/TRABALHO_EV081_MD4_SA77_ID2499_15092017213748.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

[2] QEDU: Use dados. Transforme a educação. EEEFM AGENOR DE SOUZA LE, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://qedu.org.br/escola/32038488-eeefm-agenor-de-souza-le>. Acesso em: 17 mar. 2023.

[3] CURRÍCULO ES SEDU. Orientações Curriculares 2023, [s. l.], 2018. Disponível em: <https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/orientacoescurriculares2023/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

[4] KLEER, A. A.; THIELO, M. R.; SANTOS, A. C. K. A física utilizada na investigação de acidentes de trânsito. 1997.

[5] ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2021.

[6] 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. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 6 jan. 2021.

[7] ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. Cad. Bras. Ens. Fis. 2013. V. 30. N. 2. P. 362 – 384.

[8] MAZUR, E.; SOMERS, M. D. (1997). Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

[9] UNESP. Bolhas Confinadas. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec07.htm>. Acesso em: 22 jun. 2023.

[10] YOUTUBE. bolhas confinadas. [S. l.], 19 dez. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tUP8ieXMjJQ>. Acesso em: 22 jun. 2023.

[11] SILVA, D. O.; SALES, G. L.; BRAGA, J. C. A utilização do aplicativo plickers como ferramenta na implementação da metodologia peer instruction. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v. 4, n. 12, p. 502-516, 2018.

[12] PLICKERS. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.plickers.com>. Acesso em: 22 jun. 2023.

[13] LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer Instruction: from Harvard to the two-year college. American Journal of Physics, College Park, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, 2008.