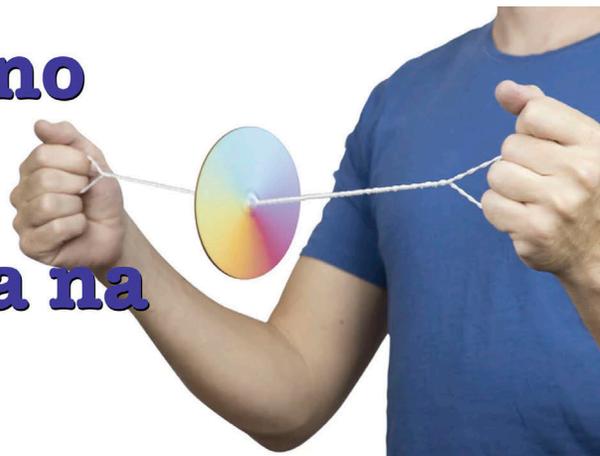


Estratégia de ensino PHILLIPS 66 no ensino de óptica na educação básica



Wellinton Angi Valin de Souza^{1,2,#} 
e Jean Reinildes Pinheiro¹ 

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

²Colégio Marista Santo Antônio, Sinop, MT, Brasil.

RESUMO

A estratégia de ensino Phillips 66 potencializa o aprendizado dos estudantes, ao mesmo tempo que enaltece o diálogo entre o professor e seus aprendizes e entre os próprios educandos, resultando, assim, em uma aula sugestiva, interessante e aberta aos debates. Objetiva-se investigar se a relação entre a estratégia de ensino Phillips 66 e a experimentação tem a capacidade de promover o aprendizado de conceitos de óptica geométrica no aluno. Para isso, seguindo a estratégia Phillips 66, foi realizada a prática experimental por meio de grupos de aprendizes de uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Sinop/MT. Para fins de avaliação dos procedimentos adotados, aplicou-se um pré e um pós-teste aos estudantes e, além disso, foram analisados alguns itens destacados pela literatura como forma de avaliar a Phillips 66. Portanto, a estratégia de ensino Phillips 66 põe-se como uma excelente metodologia de ensino ativa, que busca romper com os grilhões do ensino tradicional que assolam as salas de aula de ciências.

Palavras-chave: ensino de física; Ensino Médio; experimentação; metodologia ativa

1. Considerações iniciais

Há algumas décadas que a literatura científica vem tentando mudar o cenário educacional das salas de aulas de ciências, que é caracterizado por um ensino dogmático e tradicional, em que o professor é o único detentor do conhecimento e os estudantes são tabulas rasas que precisam decorar as informações transmitidas, muitas vezes sem nenhum significado. Sem contar as avaliações, que cobram somente a quantidade de pacotes de informação armazenadas pelos estudantes em suas memórias de curto prazo.

A estratégia de ensino Phillips 66 é uma abordagem que pode ajudar a chegar ao fim desse mar de irrelevâncias do ensino de ciências, uma vez que essa abordagem contribui para um melhor aprendizado dos estudantes, ao mesmo tempo que enaltece o diálogo entre o professor e seus alunos e entre os próprios aprendizes, tornando a aula dinâmica, interessante e aberta aos debates [1]. De acordo com Anastasiou e Alves [2, p. 87], Phillips 66 “é uma atividade grupal em que são feitas uma análise e uma discussão sobre temas/problemas do contexto dos estudantes. Pode também ser útil para obtenção de informação rápida sobre interesses, problemas, sugestões e perguntas”.

Além de Phillips 66, a prática da experimentação também foi empregada, devido ao próprio experimento fazer parte da natureza da ciência, no qual tem a capacidade de auxiliar os aprendizes

na compreensão de seus conceitos, idealizações, entendimento de seu desenvolvimento histórico, filosófico, epistemológico e sociológico. É importante destacar que a atividade experimental não busca transformar o estudante em um mini cientista, mas, sim, em envolver o aluno em questões conceituais, atitudinais e procedimentais, demonstrar as implicações de teorias, leis, hipóteses e modelos da ciência, auxiliar no entendimento dos métodos científicos e contribuir na identificação de regularidades, simetrias, semelhanças e diversidades na natureza [3], dentre outros objetivos apontados em uma extensa literatura.

Esse estudo foi realizado em uma escola pública estadual do município de Sinop/MT, especialmente em uma turma do segundo ano do Ensino Médio da educação básica. A pesquisa baseia-se no ensino de física, especialmente no estudo de óptica e, para tanto, nosso objetivo é investigar se a relação entre a estratégia de ensino Phillips 66 e a experimentação tem capacidade de promover o aprendizado de conceitos de óptica geométrica no aluno. Para isso, os experimentos de óptica foram construídos e apresentados pelos grupos de estudantes, seguindo uma sequência de etapas que foi desenvolvida de acordo com Phillips 66.

A estratégia de ensino Phillips 66 é uma abordagem que contribui para um melhor aprendizado dos estudantes, ao mesmo tempo que enaltece o diálogo entre o professor e seus alunos e entre os próprios aprendizes, tornando a aula dinâmica, interessante e aberta aos debates

2. Estratégia de ensino Phillips 66

Desenvolvida por Donald J. Phillips, a técnica de discussão em equipes ‘Phillips 66’ é baseada na famosa estratégia

#Autor de correspondência. E-mail: welliton-a.s@hotmail.com.

'Brainstorming', mas com a diferença de que a Phillips 66 é desenvolvida para ser utilizada em um número grande de pessoas [4], recebendo esse nome por ser constituída em grupos de 6 estudantes, que realizam a discussão de alguma atividade por 6 minutos e em seguida completam com a socialização de seus resultados [5]. Esse método auxilia o professor a trabalhar com classes numerosas, pois separa os estudantes em grupos menores de trabalho, promovendo meios para analisar, interpretar, criticar, levantar hipóteses e buscar suposições [1].

A estratégia de ensino Phillips 66 funciona da seguinte maneira: i) o professor divide a classe em grupos de seis estudantes, ii) após formados, cada grupo vai definir seu líder e seu relator, iii) o professor lança um tema, um texto, um problema ou uma ideia para a classe, iv) os grupos têm seis minutos para discutir o assunto, v) cada equipe expõe seus resultados e, vi) por fim, o educador realiza o fechamento da atividade. O papel do relator é escrever toda a discussão do grupo e a ideia final em uma folha, seja para entregar ao docente ou para manter em sua posse; a função do líder é coordenar o grupo e, após o tempo ser encerrado, expor a conclusão a todos da classe; a atribuição do professor é agir como intermediador entre a resposta dos grupos e sua intenção pedagógica com a atividade.

Os passos descritos anteriormente não são fixos, pois pode haver variações dependendo da quantidade de aprendizes na classe, bem como no tempo de seis minutos, em que, dependendo da atividade, pode não ser suficiente; dessa maneira, o número seis é somente uma média que o educador vai seguir no momento de execução dessa estratégia de ensino. Outras modificações podem ser realizadas: caso seja utilizada novamente a estratégia, o líder e o relator de cada grupo podem alternar-se; além disso, é encontrado na literatura alterações dos integrantes das equipes após a primeira discussão, e, então, é realizado outro diálogo por mais seis minutos sobre o mesmo assunto, e, por fim, a ideia final é explanada a todos após os dois momentos [1].

A estratégia Phillips 66 consegue auxiliar no desenvolvimento de diversas competências dos estudantes, tais como: poder de análise, interpretação, argumentação, capacidade crítica, levantamento de hipóteses, organização de dados e tomada de decisão, dentre outras

A estratégia Phillips 66 consegue auxiliar no desenvolvimento de diversas competências dos estudantes, tais como: poder de análise, interpretação, argumentação, capacidade crítica, levantamento de hipóteses, organização de dados, tomada de decisão, dentre outras [1, 6, 7]. Além do mais, essa estratégia pode ser utilizada para aumentar a participação dos aprendizes no levantamento de dados, na análise dos conhecimentos prévios, no trabalho coletivo, etc. Outra vantagem é ocasionada por conta do tempo de seis minutos, que faz com que os alunos se mantenham focados, pois precisam ser objetivos para cumprir a atividade dentro do prazo [1].

Desse modo, a Phillips 66 é uma estratégia de ensino que busca tornar o estudante um sujeito ativo em sala de aula, possibilitando a ele o aprimoramento de inúmeras competências e habilidades, ao contrário de metodologias tradicionais de ensino, em que o aprendiz é um sujeito passivo e aguarda por informações para serem decoradas e transcritas em exames.

3. Experimentação no ensino de ciências

A ciência é o conjunto de ferramentas por meio das quais o homem toma conhecimento do que está à sua volta e de como tudo isso funciona. Para tal, todo tipo de fenômeno é categoricamente estudado por meio de uma série de passos que foram desenvolvidos com a evolução científica e através dos quais é possível criar bases teóricas para modelar os objetos de estudo. De acordo com Reginaldo, Sheid e Güllich [8], a importância da experimentação durante as aulas, não apenas por despertar o interesse pela ciência nos alunos, mas, também, por inúmeras outras razões, precisa ser do conhecimento de todos os professores da área.

Para compreender a teoria é preci-

so experienciá-la [9]. A realização de experimentos na disciplina de ciências representa um excelente instrumento para que o aprendiz faça a experimentação do conteúdo e, dessa maneira, consiga estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática. Em uma experiência de ensino não formal de ciências, Bazin [10] aponta a importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem, apostando na maior significância desta prática em relação à simples memorização da informação, método tradicionalmente utilizado nas salas de aula.

Nesse contexto, a teorização e a análise prática se complementam para melhor descreverem os fenômenos naturais cujas leis são obtidas da convergência entre hipótese, argumentação teórica e resultados experimentais. O experimento tem por objetivo não apenas pôr à prova uma afirmação teórica, mas também servir de base para a formulação da mesma, além de reproduzir em escala laboratorial o fenômeno estudado de modo a facilitar diversos processos de análise.

Nas salas de aula o experimento pode ser utilizado para os mesmos fins que são vistos na comunidade científica, respeitando, é claro, as evidentes limitações encontradas; e, para além desses objetivos, o experimento pode, ainda, ser adotado como objeto de cativação da atenção dos alunos e facilitador do processo de aprendizagem.

É de conhecimento dos professores de ciências que a experimentação tem capacidade de despertar um forte interesse entre os alunos de diversos níveis de ensino. Além disso, os estudantes também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, essencialmente vinculado aos sentidos. "Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta" [11, p. 43].

A aplicação de processos experimentais na educação científica não se justifica apenas pela estima que alunos e professores têm pelos mesmos, mas também pelo fato de que tais processos são previstos nas

O experimento tem por objetivo não apenas pôr à prova uma afirmação teórica, mas também servir de base para a formulação da mesma, além de reproduzir em escala laboratorial o fenômeno estudado de modo a facilitar diversos processos de análise

Quadro 1: Questões dos pré e pós-testes.

01 - O que é luz?
02 - De onde vem o arco-íris?
03 - Qual é a cor da luz?
04 - Defina luz branca.
05 - De que maneira a luz se propaga?
06 - O que é reflexão?
07 - Entre as alternativas a seguir, escolha aquela que contém apenas fontes primárias de luz. Justifique sua escolha. a) Fósforo, Sol, Lua; b) Lua, Júpiter, Sol; c) Vela acesa, Sol, Lua; d) Estrelas, Fósforo aceso, Sol; e) Estrelas, Pilha de lanterna, Sol.
08 - A luz, ao passar de um meio para outro, muda de direção? Justifique.
09 - O que é refração?
10 - É possível ver um raio refratado? Justifique.

matrizes curriculares do ensino de ciências de todo o mundo, inclusive do Brasil.

Dessa forma, a experimentação pode ser adotada como ferramenta complementar de grande importância no ensino de ciências, permitindo aos alunos um contato mais efetivo com o conteúdo, devido não apenas à obtenção de “provas” das afirmações teóricas, mas, também, à possibilidade de os mesmos participarem ativamente da elaboração de hipóteses, aplicação do conhecimento científico formal e familiarização com a presença da ciência em seu cotidiano.

4. Materiais e métodos

Este trabalho foi realizado em uma escola pública estadual do município de Sinop/MT, em uma turma do segundo ano do ensino médio, onde foi aplicado a estratégia de ensino Phillips 66 e a prática de experimentação, abordando como tema principal os conceitos de óptica geométrica.

O desenvolvimento da atividade ocorreu durante o período de três semanas, que correspondeu a seis horas/aulas dividido em duas aulas semanais no mês de outubro de 2017. Para avaliar o aprendizado dos alunos e a eficácia da estratégia Phillips 66, fez-se uso de um pré e de um pós-teste com dez perguntas abertas (Quadro 1), também chamadas de livres ou de não limitadas, aplicadas aos 24 estudantes da classe, permitindo ao aprendiz responder com suas próprias palavras [12].

A análise dos testes foi realizada adotando quatro critérios de respostas dadas pelos aprendizes, que foram classificadas como “certo”, “errado”, “aproximado” e “sem resposta”, considerando os conceitos apresentados na literatura. A título de análise dos resultados

sobre os testes, foram verificadas apenas as questões 1, 5, 6 e 9, já que estas representam com mais objetividade o tema das apresentações dos experimentos pelos grupos.

Inicialmente, formaram-se quatro equipes de seis estudantes, e, em seguida, os membros de cada grupo escolheram seu líder e seu relator. Posteriormente, foi distribuído a cada grupo uma atividade experimental, na qual deveriam construir e apresentar à classe, seguindo os passos da estratégia de ensino Phillips 66.

Como forma de mostrar aos aprendizes como deveriam ser as apresentações de seus experimentos, foi realizada uma demonstração pelo professor pesquisador. O experimento utilizado como exemplo é intitulado ‘Fábrica de arco-íris’, em que se explora alguns princípios iniciais de óptica geométrica. Os experimentos distribuídos aos grupos foram: Cartões furados, Lente d’água, Faça dinheiro e Aquarela. As atividades experimentais foram obtidas por meio de um material online da Universidade Estadual Paulista (UNESP) [13]. As escolhas destes experimentos levaram em consideração o conteúdo de óptica geométrica trabalhado no livro didático.

As apresentações dos experimentos, seguindo os passos de Phillips 66, ocorreram com uma equipe da cada vez, da seguinte maneira: a) o grupo teve três minutos para a exposição do experimento; b) após a exposição, os demais grupos tiveram seis minutos para discutir o experimento, formular uma

hipótese que explique o fenômeno observado e descrevê-la em uma ficha de relatório; c) em seguida, os próximos seis minutos foram destinados aos líderes de cada equipe para expor as hipóteses encontradas; d) posteriormente, o grupo que realizou o experimento teve 12 minutos para explicá-lo; e) logo após, os grupos tiveram seis minutos para discutirem e relatarem a explicação realizada pelo grupo, comparando-a com o que havia sido escrito anteriormente; f) o fechamento do assunto pelo professor pesquisador foi de seis minutos, bem como foi o momento de tirar dúvidas dos estudantes; g) o minuto final foi destinado à organização da sala, totalizando 40 minutos de apresentação por grupo.

Além da análise dos pré e pós-testes como forma de verificar o aprendizado conceitual dos aprendizes, foi utilizado também como método de avaliação os itens de Anastasiou e Alves [2]. Esses itens são elencados pelas autoras como maneira de avaliar a estratégia de ensino Phillips 66, sendo eles: o envolvimento dos membros do grupo, a participação conforme os papéis estabelecidos e a pertinência das questões e/ou síntese elaborada. Desse modo, foram analisados esses itens por meio de uma observação sistemática da sala de aula e, também, foram recolhidas as fichas de relatório dos estudantes para verificação do que foi exposto.

5. Resultados e discussões

Na Fig. 1 estão representados os experimentos realizados pelos estudantes

O processo inicia-se com a formação de quatro equipes de seis estudantes, e, em seguida, os membros de cada grupo escolheram seu líder e seu relator. Posteriormente, foi distribuído a cada grupo uma atividade experimental

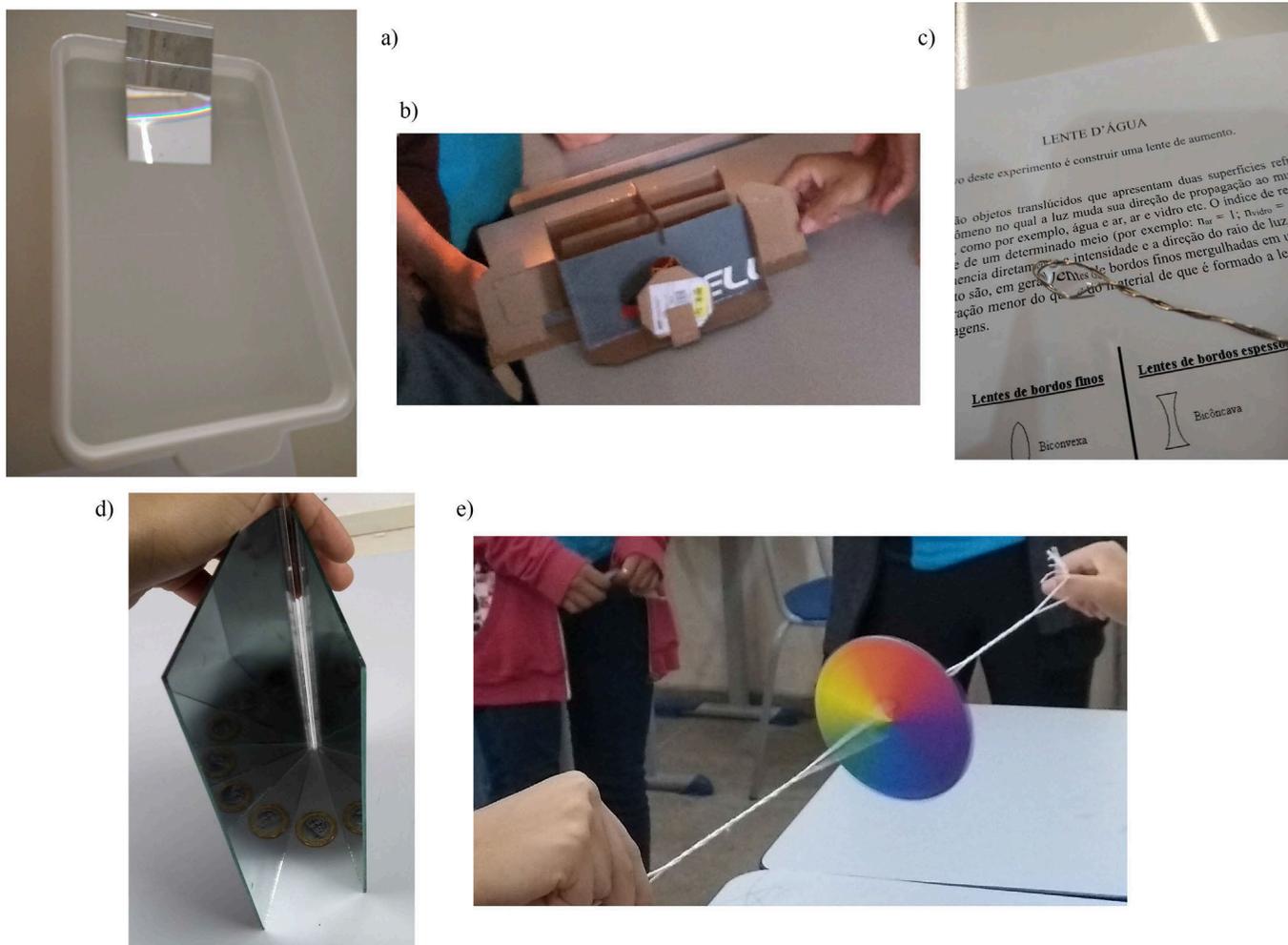


Figura 1 - a) Fábrica de arco-íris; b) Cartões furados; c) Lente d'água; d) Faça dinheiro; e) Aquarela.

em sala de aula.

Antes da aplicação das atividades, os aprendizes não haviam tido contato com a óptica geométrica na disciplina de física, logo, a prática sucedida foi o início do estudo desse importante campo da física. Por ter sido a primeira interação dos estudantes, o pré-teste tinha como função obter seus conhecimentos prévios sobre o assunto, e o pós-teste serviu para analisar se houve ganho

conceitual em seu aprendizado.

Após a análise dos testes, verificou-se que quando questionado sobre o conceito de “luz” no primeiro momento (Fig. 2a), dezessete estudantes erraram a questão, e no segundo momento (Fig. 2b) esse número reduziu-se para seis, ou seja, uma queda de aproximadamente 75% para 25%. Enquanto o número de acertos cresceu de um aluno para nove.

Pode-se notar o desenvolvimento e a maturidade dos alunos ao analisar uma das respostas para a primeira questão dada pela aluna D1: antes da realização da atividade, respondeu que “Luz é o sol”, e depois respondeu que “são ondas eletromagnéticas”.

Outras respostas dadas pelos alunos foram: inicialmente, que “luz = são raios solares”, e, depois, que “é uma energia eletromagnética”; inicialmente,

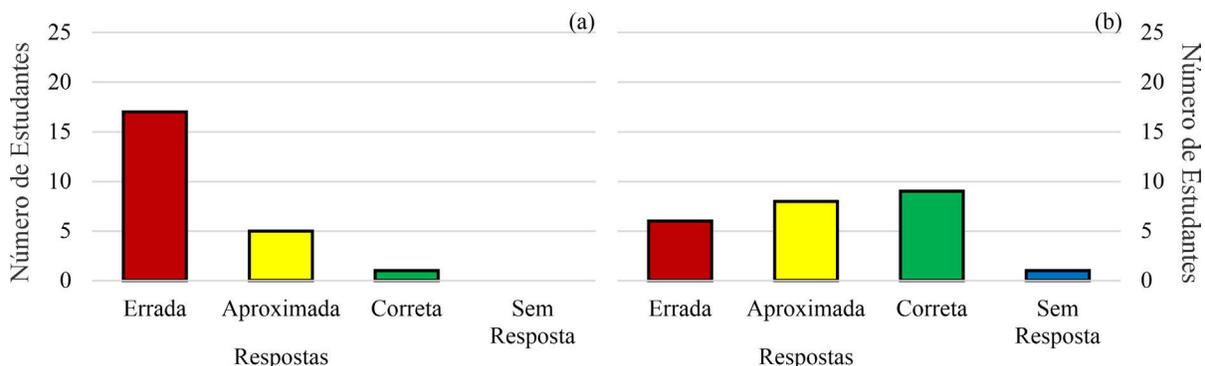


Figura 2 - Respostas da Questão 1 (“O que é luz?”). (a) pré-teste e (b) pós-teste.

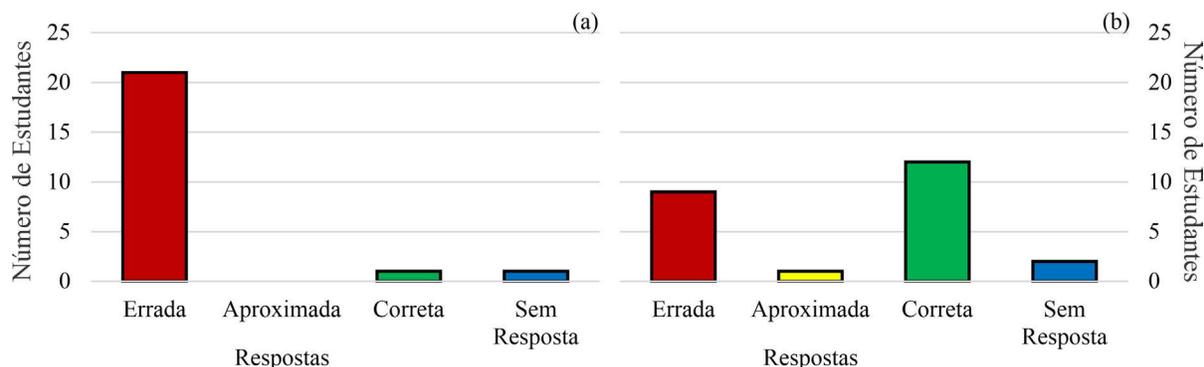


Figura 3 - Respostas da Questão 5 (“De que maneira a luz se propaga?”). (a) pré-teste e (b) pós-teste.

que “é um tipo de radiação, percebido pelos receptores sensoriais do olho humano, interpretado pelo cérebro e transformado em imagens”, e, depois, que “são ondas eletromagnéticas, composta por fótons”.

Quando os alunos foram questionados sobre a propagação da luz (Questão 05), inicialmente 21 deles erraram essa questão, enquanto no pós-teste esse número caiu para nove alunos. Os acertos, que no pré-teste foi de apenas um aluno, no pós-teste foram de 12 discentes, segundo os dados da Fig. 3.

A aluna J1 respondeu da seguinte maneira: antes da experimentação, respondeu “Usinas Hidrelétricas”, e depois da experimentação respondeu “Em linha reta”.

Outras respostas para essa questão foram: no pré-teste, “pelo ar”, e, no pós-teste, “por ondas eletromagnéticas, retilínea”; no pré-teste, “pelo movimento de inúmeras partículas”, e, no pós-teste, “de maneira retilínea, ou seja, em linha reta”.

A Questão 6 aborda o conceito de reflexão, e podemos observar que, a partir da Fig. 4, no pré-teste, 16 alunos erraram essa questão, enquanto no pós-teste esse número caiu para nove estudantes. Já o número de acertos que inicialmente continha apenas um

aprendiz, no final subiu para sete.

A resposta do aluno D2 foi a seguinte: antes da experimentação, que “Reflexão é quando uma pessoa ataca uma bolinha e a outra está despreparada e de repente se esquiva”, e, depois da experimentação, que “é quando você bate a luz no espelho e ela reflete”.

Conseguimos notar, a partir das respostas desse aluno, um avanço conceitual em seu conhecimento onde, no pré-teste, houve uma resposta ligada a uma pessoa que possui o reflexo visual de desviar de algum objeto, para, no pós-teste, o estudante responder a partir de um exemplo, que é o caso da reflexão de um espelho. Outras respostas encontradas nos testes foram: no pré-teste, “o reflexo”, e, no pós-teste, “quando a luz se choca em algo e reflete”; no pré-teste, “quando a luz bate em um determinado objeto e reflete”, e, no pós-teste, “é quando podemos observar algo diante de um objeto (quando a luz bate em um objeto e reflete)”.

Por fim, na Fig. 5, relacionada com a Questão 9, temos que, no primeiro momento, 17 alunos erraram a questão sobre refração, já no segundo momento, esse número desceu para seis; nenhum aprendiz conseguiu chegar a uma resposta satisfatória no pré-teste, enquanto no pós, e último, oito estu-

dantes conseguiram esse feito.

A resposta da aluna K1 para essa questão foi a seguinte: antes da experimentação, que “é algo que acontece no espaço”, e, depois da experimentação, que “é quando a luz muda de meio e sofre um desvio”.

Outras respostas dadas pelos alunos para essa questão foram: no pré-teste, que “é a divisão das luzes”, e, no pós-teste, que a “refração acontece quando a luz muda sua direção”; ou, no pré-teste, que “há reflexão”, e, no pós-teste, que “é quando a luz muda de meio e sofre desvio”.

Pode-se observar, a partir das respostas dos educandos no pós-teste, a contribuição da prática da experimentação para o aprendizado dos conceitos relacionados ao assunto de óptica, pois em diversas respostas os alunos passavam a explicar utilizando determinado experimento como exemplo, como podemos notar em algumas respostas: do estudante L1, “O grupo C apresentou experimento que mostra o que é uma reflexão...”; novamente, dessa aluna L1, “A luz branca pode vim das sete cores do arco-íris, porque ao analisarmos o experimento do grupo B...”; da aprendiz L2, “ângulo fechado de espelhos aparece menos objeto” e, embora a estudante tenha confundido sua resposta

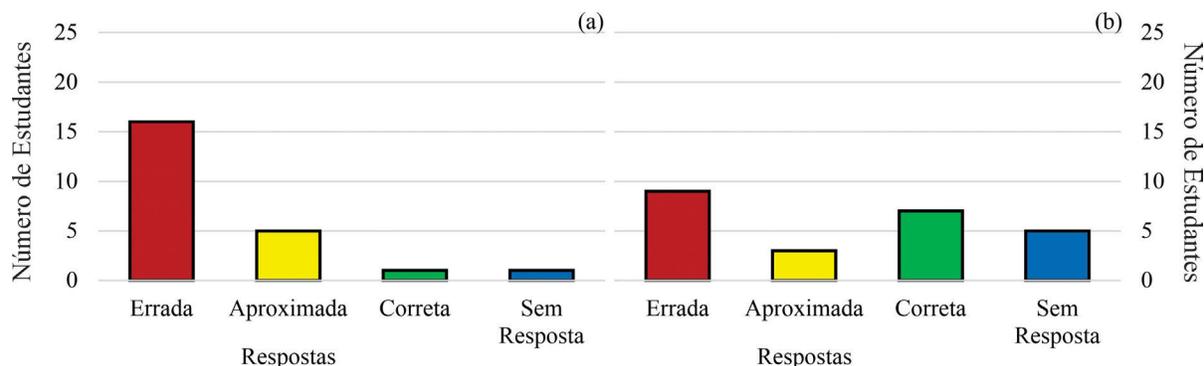


Figura 4 - Respostas da Questão 6 (“O que é reflexão?”). (a) pré-teste e (b) pós-teste.

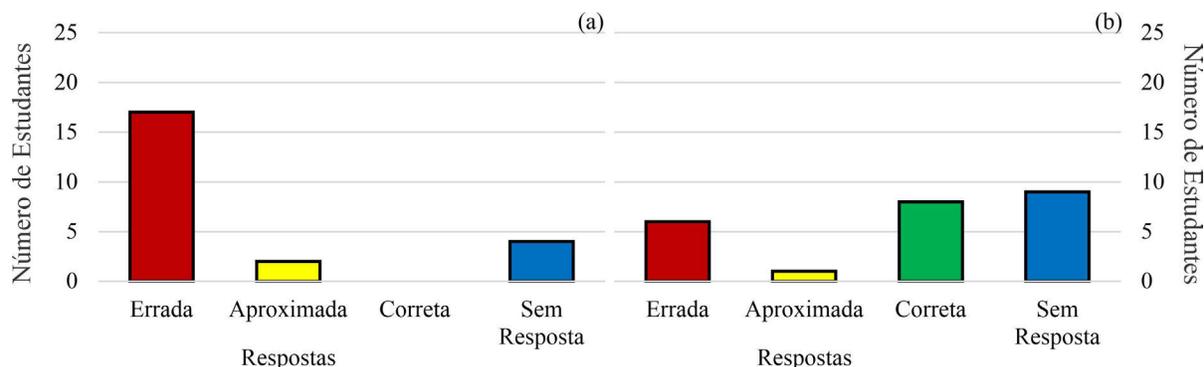


Figura 5 - Respostas da Questão 9 (“O que é refração?”). (a) pré-teste e (b) pós-teste.

ao explicar o que é reflexão, ela claramente fez menção ao experimento ‘Faça dinheiro’; por fim, do educando W1, ao explicar a Questão 9, “É quando a luz branca é refletida na água com um espelho dentro, aí forma o arco-íris”, assim como a aluna L2, o discente W1 também fez menção a um experimento, dessa vez a ‘Fábrica de arco-íris’, demonstrado na primeira aula da aplicação da estratégia de ensino Phillips 66.

Percebeu-se também que no pós-teste houve um maior número de questões não respondidas, devido aos estudantes terem o conhecimento sobre as questões e buscarem responder corretamente, fazendo com que tenha sido insuficiente o tempo para responder o pós-teste. Na aplicação, buscamos deixar o mesmo tempo para ambos os testes, então, a partir do vivenciado, é necessário que o pós-teste tenha um tempo maior para que os discentes o respondam.

Quanto ao primeiro item de Anastasiou e Alves (o envolvimento dos membros do grupo), foi possível presenciar uma intensa participação de toda a sala de aula, no qual ficou claro, no momento de apresentação do experimento, o quanto todos os integrantes de cada equipe cooperaram em sua construção e posterior apresentação. Além do mais, no instante de discussão também verificou-se a contribuição de to-

dos os estudantes, tanto no auxílio da melhor explicação quanto para vencer o tempo de seis minutos.

O segundo item de Anastasiou e Alves (a participação conforme os papéis estabelecidos) também foi constatado, pois a cada discussão o líder e relator do grupo deveriam alterar-se, e, na ficha de relatório, há um espaço para escrever o nome do executor dessas funções. Dessa maneira, todos os estudantes puderam desempenhar diferentes funções no decorrer de todas as atividades, possibilitando que desenvolvessem distintas habilidades e competências além do aprendizado conceitual.

Em cada apresentação foi entregue aos grupos uma ficha de relatório, na qual solicitava que a equipe colocasse o nome do líder e do relator da rodada, além de ter um espaço para registrar a síntese inicial e final sobre o experimento que estava sendo realizado. Dessa maneira, possibilitou a análise do terceiro item de Anastasiou e Alves (a pertinência das questões e/ou síntese elaborada), no qual podem ser verificadas algumas respostas no decorrer dessa análise dos resultados.

6. Considerações finais

Este estudo apresentou uma pesquisa que teve como objetivo investigar se a relação da estratégia de ensino Phillips 66 com a experimentação tem

capacidade de promover o aprendizado de conceitos de óptica geométrica no aprendiz. Para isso, grupos de estudantes apresentaram experimentos previamente selecionados, seguindo passos de apresentação baseados na metodologia de ensino ativa Phillips 66. Como forma de avaliar a atividade desenvolvida, foi realizada a aplicação de um pré-teste e de um pós-teste, além da análise dos itens de Anastasiou e Alves.

De acordo com os resultados, pode-se verificar que a relação da estratégia Phillips 66 com a prática da experimentação conseguiu promover o aprendizado de conceitos de óptica geométrica nos estudantes. Além disso, constatou-se o desenvolvimento de algumas competências e habilidades já previstas por Phillips 66, como o poder de análise, a interpretação, a argumentação, a capacidade crítica, o levantamento de hipóteses e a tomada de decisão.

Portanto, a estratégia de ensino Phillips 66 põe-se como uma metodologia com capacidade de potencializar uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes, e que busca romper com os grilhões do ensino tradicional que assolam as salas de aula de ciências.

Recebido em: 25 de Julho de 2022

Aceito em: 16 de Setembro de 2022

Referências

- [1] W.A.V. Souza, *Estratégia de Ensino Phillips 66 no Ensino Experimental de Física*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Mato Grosso, 2020.
- [2] L.G.C. Anastasiou, L.P. Alves, in *Processos de Ensino na Universidade: Pressupostos Para as Estratégias de Trabalho em Aula*, editado por L.G.C. Anastasiou, L.P. Alves (Editora Univille, Joinville, 2005), 5th ed., cap. 3.
- [3] P.A. Kirschner, *Science & Education* **1**, 273 (1992).
- [4] H.L. Chen, P.S. Huang, C.Y. Su, *Journal of Research in Education Sciences* **66**, 279 (2021).
- [5] D.J. Phillips, *Adult Education Journal* **7**, 181 (1948).
- [6] Y.L. Vasconcelos, S.M. França, F.M. Santos, *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas* **14**, 183 (2013).
- [7] M.R. Marchesan, M.C. Kuhn, N.D. Molin, H.M.S. Araújo, *Revista Thema* **14**, 307 (2017).
- [8] C.C. Reginaldo, N.J. Sheid, R.I.C. Güllich, in *Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*, Caxias do Sul, 2012 (Anped, Caxias do Sul, 2012).
- [9] P. Freire, *Pedagogia da Autonomia* (Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1997).
- [10] M. Bazin, *Scientific Literacy Papers*, 67 (1987).

[11] M. Giordan, *Química Nova na Escola* **10**, 43 (1999).

[12] M.A. Marconi, E.M. Lakatos, *Fundamentos de Metodologia Científica* (Atlas, São Paulo, 2017).

[13] Universidade Estadual Paulista, *Experimentos de Física Para o Ensino Médio e Fundamental com Materiais do Dia-a-Dia*. Disponível em <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>, acessado em 24/07/2022.