

“AVALIAÇÃO DE TRÁS PARA A FRENTE”: AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM AULAS REMOTAS DE FÍSICA NO ENSINO SUPERIOR

João Batista Siquiera Harres¹

Resumo: Este trabalho analisa o processo de autoavaliação da aprendizagem em aulas remotas de física no ensino superior. Para isso, foi preparada uma sequência de atividades, supostamente coerentes com uma concepção de aprendizagem evolutiva que parte das ideias iniciais dos sujeitos em um modelo didático que pode ser sintetizado por Prova-Exercício-Conteúdo (PEC). O contexto foi uma disciplina introdutória de física para ingressantes no curso de Biologia. Foram analisadas, qualitativa e quantitativamente, as respostas a instrumentos de autoavaliação e avaliação das atividades. Os resultados mostram um alcance dos objetivos propostos, destacando-se a evolução no grau de consciência das próprias ideias por parte dos estudantes. Defende-se a adoção dos princípios orientadores da proposta como forma de intensificar essa consciência.

Palavras-chave: autoavaliação; ideias dos alunos; aprendizagem.

“BACKWARDS EVALUATION”: SELF-ASSESSMENT OF PHYSICS LEARNING IN REMOTE HIGHER EDUCATION CLASSES

Abstract: This work analyzes the process of self-assessment of physics learning in higher education remote classes. For this, a sequence of activities was prepared, supposedly consistent with a gradual learning conception that starting from the initial students' ideas. This approach can be synthesized by test-exercise-content. The context was introductory physics course in a first semester of an undergraduate biology career. Responses to self-assessments and to activities assessment instruments were analyzed, both qualitatively and quantitatively. The results show a gain in the proposed objectives, highlighting the high degree of awareness of the evolution of the students' ideas themselves. It is defended the adoption in the classroom of the guiding principles of the proposal to intensify this awareness.

Keywords: self-assessment; student's ideas; learning.

1 Doutor em Educação (PUCRS), Licenciado em Física (UFRGS), Prof. Colaborador do PPG em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de rio Grande (FURG). jbharres@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa como o modelo Prova-Exercício-Conteúdo (PEC) favorece o processo de autoavaliação da aprendizagem em aulas remotas no ensino superior. No primeiro momento desse modelo, os estudantes respondem a um teste individual e sem consulta envolvendo questões que visam explicitar suas ideias a respeito dos futuros temas de estudo. Na sequência, são realizadas atividades experimentais, discussões teóricas, buscas por mais informações etc. de modo que os estudantes possam contrastar as suas ideias com aquelas que devem ser aprendidas e, assim, evoluir no seu nível de compreensão. No último momento do ciclo PEC, o professor constrói com os estudantes uma sistematização das aprendizagens alcançadas e depois disso cada estudante elabora uma autoavaliação sobre o que pensava antes e o que passou a pensar, além de uma reflexão sobre o processo de aprendizagem vivenciado².

Em anos anteriores, versões iniciais desse modelo foram testadas³ no ensino superior em disciplinas de física correlatas (Autor, 2002; 2003; 2018). De certa forma, ele foi evoluindo para ser uma sequência estruturada de atividades formativas dos três momentos descritos acima.

Nesse artigo, discute-se a implementação do modelo PEC no formato remoto durante a pandemia e o alcance dos resultados na sua aplicação em uma disciplina introdutória de física para os cursos de licenciatura e bacharelado em biologia no primeiro semestre de 2020. O interesse esteve em analisar a integração dessas atividades em um contexto de aulas remotas e de identificar obstáculos e avanços da aplicação, especialmente do formato de avaliação nesse contexto. Além da aprendizagem dos conteúdos previstos na ementa, foi analisado o alcance de alguns objetivos formativos vinculados ao modelo PEC, tais como valorizar as ideias e os argumentos dos estudantes e promover a consciência sobre evolução dessas.

De maneira mais ampla, este trabalho pretende colaborar com uma alternativa prática para a superação do fracasso frequentemente registrado quanto à aprendizagem pelas pesquisas do modelo tradicional de ensino, o qual pode ser sintetizado, na ordem inversa do aqui proposto, ou seja, Conteúdo-Exercício-Prova. Como exemplo contundente desse fracasso vale citar o trabalho de Kim e Sung-Jae (2018) que identificou um nível baixo de compreensão conceitual (33% de acertos) em estudantes coreanos que haviam realizado, em média, mil exercícios de física e que apresentavam um excelente background matemático (92% de acertos) e muito bom de física básica (64% de acertos).

2 A parte inicial do título desse artigo advém de uma dessas autoavaliações.

3 Embora ainda não tenha sido caracterizado com a sigla PEC.

2 FUNDAMENTOS SOBRE AUTOAVALIAÇÃO

A autoavaliação é um tema pouco pesquisado no contexto nacional. Em uma busca no Scielo da presença dessa palavra em títulos, encontrou-se duas dezenas de artigos em revistas do campo educacional. Mas destes, só um se referia à autoavaliação da aprendizagem em sala de aula. Os demais tratam da autoavaliação institucional das IES. Curiosamente, a exceção é um trabalho escrito em espanhol e centrado no contexto colombiano (Kambourova, 2020). O autor parte da mesma constatação de que o tema é pouco investigado em seu país e salienta a contradição de que se publique muito mais sobre autoavaliação institucional do que (pelo menos não se publica) sobre a dimensão didática da autoavaliação.

No contexto internacional o tema é mais investigado. Porém, este ainda requer avanços pois, segundo a ampla revisão de Andrade (2019), existe divergência entre os pesquisadores sobre o que é e o que não é autoavaliação. Na revisão de 76 artigos publicados entre 2013 e 2018, a autora constatou que a autoavaliação se manifesta mais como uma complementação da avaliação somativa e menos vinculada às dimensões cognitiva e afetiva da aprendizagem, algo que este trabalho tenta fazer.

De fato, em qualquer nível de ensino, como destaca Asbahr (2014), “[...] a ocorrência da aprendizagem depende do sentido que esta tenha para o sujeito” (p.271). Nosso interesse, na busca do alcance de uma melhor aprendizagem, está na investigação de possibilidades com que o estudante possa expressar o que aprendeu já que, como salienta Moreira (2021), “testes de múltipla escolha não avaliam, apenas medem a quantidade de respostas certas” (p.7).

Nesse sentido, partimos de alguns princípios sobre a avaliação que orientam as inovações aqui analisadas. Em primeiro lugar, conforme Pinto (2003), a avaliação deve ter uma função reguladora do ensino e da aprendizagem. Assim, quando um estudante manifesta uma ideia diferente daquela que se quer ensinar, ele não deve ser “punido”. Embora a palavra punição pareça forte, a associação direta dos resultados da avaliação, isto é, da expressão da sua aprendizagem como uma sanção final (aprovação ou não) produz esse sentimento. Isso o estimula a mascarar suas dificuldades conceituais e se valer de aprendizagem mecânica por repetição e memória.

O erro, pelo contrário, deve ser objeto de análise para a compreensão do que os motivou e, em função disso, intervir neles adequadamente. Assim, o professor pode refletir sobre e adequar o seu ensino aos percursos de aprendizagem dos estudantes. Por isso, é importante que o aluno participe na avaliação e na regulação da sua aprendizagem, através da sua autoavaliação (Santos, 2002). Nessa linha, a autoavaliação oportuniza uma reflexão profunda do estudante sobre o objeto de conhecimento na qual ele, entre outras coisas, identifica as alterações ocorridas e deixa ser, como frequentemente se encontra, uma simples coleta de informações na qual os estudantes respondem sobre o seu comportamento em aula, seus trabalhos individuais e de grupos ou sobre o seu interesse pelo assunto estudado (Kenski, 1995).

Finalizando, Boud (1995, p. 208-209) elenca dezenove aspectos positivos relativos à autoavaliação que impactam ambientes e contextos de aprendizagem. Destes, destacamos seis que estão mais diretamente relacionados com este trabalho: (a) a autoavaliação tem por finalidade a melhoria da aprendizagem; (b) as percepções do aluno sobre o processo são consideradas antes da ideia ser introduzida (c) o *feedback* é utilizado como parte do processo; (d) os dados de avaliação são coletados para avaliar uma melhoria e para determinar sua contribuição para a aprendizagem do aluno; (e) O estudante aprende a respeito de um assunto específico por meio de autoavaliação que os motiva; (f) o estudante é envolvido em expressar entendimento e julgamento por meios qualitativos.

3 DESENVOLVIMENTO

O centro desse estudo recaiu sobre as primeiras atividades de uma disciplina de 30h de introdução à física para o curso de Biologia (Bacharelado e Licenciatura) de uma IES privada da região sul, oferecida no primeiro semestre de cada ano em encontros semanais de duas horas cada. O autor foi o professor titular da disciplina.

Naquele momento, março de 2020, iniciava a pandemia de COVID-19 em nosso país. Assim, apenas a primeira semana de aula foi presencial. As demais ocorreram na modalidade remota, com aulas síncronas no horário normal de aula, o que se apresentou como uma novidade no contexto do uso do modelo PEC. Como determinado pela universidade, nesse contexto emergencial, todas as atividades, contando ou não para a atribuição de nota poderiam ser realizadas a qualquer momento de forma assíncrona, pois todas as aulas eram gravadas e postadas no Moodle.

Conforme o cronograma mostrado no Apêndice, as atividades do primeiro ciclo PEC corresponderam às quatro primeiras semanas e a segunda autoavaliação e avaliação da disciplina na oitava semana. São apresentados e analisados quantitativamente e qualitativamente os dados coletados pelos instrumentos de resposta escrita mostrados no Quadro I.

Quadro I – Tipo de avaliação, objetivo, instrumentos e cronograma da coleta de dados

Tipo de avaliação	O que é avaliado	Como foi avaliado	Quando foi avaliado
Avaliação atitudinal	O que sinto hoje pela Física?	Mentimeter	1ª semana
Avaliação conceitual	O que penso sobre luz e espelhos?	Teste	1ª semana
Autoavaliação conceitual	O que eu pensava antes?	Autoavaliação do Teste	4ª semana
	O que penso agora?	Prova 1 - 1ª parte	8ª semana
Avaliação da disciplina	Como foram as aulas?	Prova 1 - 2ª parte	8ª semana
Autoavaliação geral	Quanto avancei nos objetivos da disciplina?	Prova 1 - 2ª parte	8ª semana
Avaliação atitudinal	O que sinto agora pela Física?	Prova 2 - 2ª parte	16ª semana

Fonte: o autor (2023).

3.1 Contexto e atividades introdutórias de engajamento

A disciplina contou com 51 estudantes matriculados, de cujo total 72% eram do gênero feminino. Para engajamento e devido à novidade curricular da inclusão de uma disciplina de física nos cursos de Biologia, no primeiro dia de aula, o grupo foi consultado, via Mentimeter⁴, sobre o que eles sentiam por esta disciplina. Entre os respondentes, aproximadamente, 5% afirmaram odiar, 40% não gostar, 30% gostar e 5% afirmaram gostar muito. A significativa aversão pode ser entendida pelas respostas à pergunta subsequente sobre como foram as aulas de física no ensino médio. A nuvem de palavras obtida destaca mais a vivência de aulas “complicadas”, “confusas”, “chatas” e “mal explicadas” com pequena incidência de aulas “boas”, “legais” e “interessantes”.

Na medida em que a disciplina previa na sua ementa uma listagem extensa de conteúdos e objetivando avançar mais em profundidade e menos em extensão, escolheu-se concentrar as discussões em tópicos de óptica geométrica (1º bimestre) e fluidos (2º (bimestre) por, em princípio, apresentarem relação mais evidente com os estudos biológicos vindouros.

3.2 Primeiro momento do modelo PEC: “Prova”

Nesse primeiro momento, o objetivo é favorecer que os estudantes explicitem suas ideias a respeito dos temas a serem estudados. Para acessar o que realmente pensa o estudante, em primeiro lugar, é necessário perguntar de maneira a propiciar que ele dê a explicitação mais fiel possível do que ele pensa, evitando que ele responda o que já sabe, no sentido de que lembra de ter estudado ou memorizado tal conteúdo, comentando “eu vi isso aí em algum lugar”.

Também é desejável que esse esforço cognitivo não seja produzido em função de uma pressão para obter alguma nota ou ser aprovado. Sabemos que as provas tradicionais, aquelas em que se espera que o aluno reproduza o conhecimento trabalhado, falham nesses dois aspectos. Por um lado, dificilmente conseguem diferenciar a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica (Ausubel, 2002). Evidência disso são as frequentes reclamações dos professores de que os alunos não sabem o que lhes foi ensinado de um semestre para o outro. As provas tradicionais também falham no diagnóstico das aprendizagens pelo bloqueio psicológico que implicam, muitas vezes, na não apresentação objetiva do que o estudante sabe. Comentários de estudantes como, por exemplo, “eu sabia tudo, mas na hora me deu um branco”, reforçam essa carência. Considerando essas dificuldades, parece fácil concluir, embora pouco comum, que as provas e outros instrumentos análogos de avaliação da aprendizagem deveriam ser aplicadas sem aviso prévio de surpresa e sem “valer nota”.

A aplicação de um teste no início do estudo dos temas indicados pode contar com essas duas condições. Por um lado, não há “preparo” para o teste e,

4 <https://www.mentimeter.com/pt-BR>

por outro, não há razão para que os estudantes se sintam pressionados a acertarem as questões já que os temas previstos ainda não foram abordados. Pelo mesmo motivo, é menos provável que deem respostas memorizadas como consequência de, inconscientemente, responder aquilo que o professor quer ouvir.

Também não se trata aqui de uma prova diagnóstico, como seguidamente se faz para testar o domínio das bases matemáticas para seguir estudos em física, por exemplo, tal como seria coerente com uma visão mais piagetiana da evolução do pensamento. Também não é o caso de buscar identificar os conhecimentos prévios do ponto de vista da teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 2002), como por exemplo, verificar a presença de possíveis subsunçores. Em ambos os casos, ainda que estas perspectivas teóricas sejam potentes nos parece que o valor epistêmico de um conhecimento que é notadamente diferente do conhecimento científico, como é o caso das concepções alternativas ou teorias implícitas, conforme se queira denominar⁵, está vinculado a uma consideração didática distinta do modelo em questão.

Também não é o caso de aplicar um delineamento pré-teste e pós-teste, já que entre outros motivos está baseada em uma concepção de substituição no processo de aprendizagem do conhecimento novo pelo anterior, como é o caso do modelo de mudança conceitual proposto originalmente por Posner e outros (1982), ainda que desse modelo nos pareça útil a noção de “ecologia conceitual”, na qual o processo de aprendizagem está imerso.

Nossa perspectiva de aprendizagem toma aspectos das teorias citadas acima e agrega novos elementos. Do ponto de vista da prática de sala de aula tentamos considerar os conceitos e o contexto na perspectiva da análise do erro conforme Astolfi (1999). Escolhemos estratégias didáticas que potencializam a evolução conceitual conforme propõe Hashweh (1996). E, por fim, nos inspiramos em elementos do Modelo Didático Investigativo (Porlán, 1993), o qual parte da aplicação e teste das ideias próprias dos alunos. Do ponto de vista epistemológico, nos inspiramos na dimensão evolutiva dos conceitos e a sua relação com a compreensão humana conforme analisado por Toulmin (1972).

Assim, o teste inicial no modelo PEC, diferente de uma prova ou teste tradicional, envolve questões que identifiquem as dificuldades conceituais mais comuns e faz isso de maneira que estas questões estejam vinculadas a situações já conhecidas (Cubero, 2000). Outro desafio é perguntar de modo a evocar os significados próprios em vez dos acadêmicos e que a resposta desejada implique em uma demanda intelectual que vá além da mera reprodução de uma informação conhecida. Além disso, é importante que as perguntas envolvam linguagem não acadêmica e que se refiram a fenômenos do cotidiano.

5 A literatura usa denominações diversas para este construto, tais como: concepções alternativas, teorias implícitas, concepções espontâneas, conceitos intuitivos, ideias ingênuas, concepções prévias, pré-conceitos entre outros (Teodoro, 2000). Para evitar vieses epistemológicos, preferimos nos referir apenas às ideias dos estudantes.

Neste estudo, para investigar as ideias iniciais sobre óptica, foi usado o instrumento construído pelo autor (Autor, 1993), o qual apresenta as características acima. Das quinze questões originais, foram escolhidas oito por seu maior potencial para explicitar significados espontâneos e por reduzir seu tamanho.

O Teste foi aplicado no primeiro dia de aula, a qual ainda ocorreu de modo presencial. Isso facilitou o engajamento na atividade, pois foi possível insistir que não pensassem em acertar, mas em expressar o seu pensamento genuíno. Foi explicado que não haveria nenhuma implicação do número de acertos no teste em qualquer nota na disciplina. Foi informado ainda que a nota relativa a esse trabalho consistiria em uma autoavaliação da evolução das ideias iniciais em direção às ideias científicas, a ser feita depois da discussão de cada uma, no contexto do desenvolvimento dos conteúdos da disciplina.

A Tabela 1 mostra a distribuição das respostas e a porcentagem de acertos por questão no Teste⁶. A média geral de acertos foi 2,5 (31%), com desvio padrão de 1,3 acertos. Dos 52 respondentes, 47 estudantes obtiveram escore médio situado entre um e quatro acertos. Dois estudantes erraram todas as questões e o escore mais alto foi de cinco acertos, alcançado por dois estudantes.

Tabela 1 - Distribuição das respostas e porcentagem de acertos (%) no teste (n= 51)

Opção/ Questão (nº da versão original)	1	3	4	10	11	12	14	15
A	1	13	0	11	12	14	1	3
B	5	7	21	19	6	15	23	39
C	35	9	2	20	33	17	4	8
D	10	22	28	1	-	5	23	1
% de acerto	68	43	41	39	24	29	02	06

Fonte: o autor (2023).

Na Tabela 1, as células pintadas em azul indicam as opções corretas e as pintadas em vermelho indicam as opções erradas que tiveram maior incidência em cada uma. A partir dessas foi construída a Tabela 2I que apresenta, a frequência, por questão⁷, das ideias prévias implícitas supostamente às alternativas escolhidas pelos estudantes. De modo geral, tais frequências confirmam as maiores incidências da aplicação original do teste (Autor, 1993), o qual já fora construído pela adaptação de outras pesquisas.

6 A numeração corresponde a da versão original de AUTOR (1993).

7 Com exceção da Questão nº 1, na qual essa incidência foi desprezível.

Tabela 2 – Presença das ideias “indesejáveis no Teste e na Prova 1

Questão	Ideias “Indesejáveis”	Teste	P1
		Presença média (desvio padrão)	Presença média (desvio padrão)
1	Os olhos participam de forma ativa no processo externo ao olho da visão.	1,5 (1,2)	0,6 (0,9)
10	As imagens nos espelhos planos se formam na frente ou na superfície deles.	1,8 (1,2)	0,2 (0,4)
11	Os fenômenos “dependem” do meu ponto de vista ou “egocentrismo” observacional	1,9 (1,2)	0,5 (0,7)
12	Para enxergar uma imagem deve haver uma “linha de visada” entre meus olhos, o objeto e o espelho.	1,8 (1,1)	0,7 (0,9)
14	É possível “ver” a luz se deslocando.	2,0 (1,1)	0,6 (0,8)

Fonte: o autor (2023).

3.3 Segundo momento do modelo PEC: “Exercício”

A partir da segunda aula, conforme cronograma (Anexo 1), foi desenvolvida a discussão de cada questão do teste. Essa discussão seguiu uma certa ordem: apresentação das frequências escolhidas pelos estudantes, análise e discussão dos pressupostos que teriam levado a escolha de cada alternativa, indicação da opção correta a partir de evidências experimentais (fotografias, vídeos e argumentos teóricos etc. visando a posterior sistematização do conhecimento envolvido.

Não houve uma diferenciação clara entre o 2º momento do modelo PEC, os “exercícios” (E), e o 3º momento, a construção do conhecimento (C). Na verdade, cada questão já envolvia um microciclo PEC. A sistematização geral ocorreu mais adiante, destacando o contraste entre as ideias listadas na Tabela 2 e as ideias científicas a respeito. Concretamente, isso foi feito a partir de apresentações (em PPT) as quais continham as questões do teste, as frequências de respostas, figuras e vídeos que ajudavam na reflexão e que continham, ao final, alguns slides sintetizando o conhecimento construído e o “indesejável” (Tabela II).

Em um contexto de aulas presenciais, teria sido possível fornecer material para os estudantes testarem experimentalmente quase todas as questões e potencializar a evolução conceitual conforme propõe Hashweh (1996) ao enfatizar o pequeno potencial de estratégias baseadas exclusivamente nas seguintes ações didáticas: explicar, repetir e convencer. Para ele, propiciar que o estudante explore e teste as suas hipóteses, de modo que ele mesmo, ao desenvolver suas ideias, constate o alcance e as limitações dessas ideias, reestruturando o conhecimento inicial, propicia maior chance de que essa evolução ocorra.

Para exemplificar como foi conduzida essa discussão, apresenta-se, a seguir, a análise da 8ª questão do teste. Essa questão perguntava o que uma pessoa poderia fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, possa ver uma maior parte do seu próprio corpo. Havia três opções de resposta: mover-se para trás, mover-se para frente ou a opção de que não poderia fazer nada, isto é, o tamanho da imagem não depende da distância do objeto (o corpo da pessoa) até o espelho. A questão apresentou a segunda menor porcentagem de acerto (6%) e a maior incidência sobre uma alternativa equivocada (76%), indicando a presença de uma ideia prévia muito compartilhada. Este resultado não surpreende, pois na aplicação original do teste, respondida por estudantes de engenharia e física que já tinham estudado óptica geométrica no ensino superior (Autor, 1993), a porcentagem de acerto foi de apenas 2%. Em outras aplicações desta questão em disciplinas correlatas na mesma instituição, foram encontradas porcentagens de acertos semelhantes.

É interessante verificar que, neste caso, não é difícil notar que ao nos aproximarmos ou nos afastarmos de um espelho plano (em que não se vê de corpo inteiro) que o tamanho da nossa imagem, isto é, a fração do próprio corpo que podemos ver, não muda. Ao mesmo tempo, parece ser difícil compreender essa situação, o que acaba afetando o aceitar. Neste caso, talvez a primeira coisa a fazer é demonstrar, preferencialmente que os estudantes se convençam. Por isso, foi dado como tarefa, valendo pontos para a nota final, que eles reproduzissem essa situação em casa registrando duas fotos de si mesmos com o celular em frente a um espelho. Em outras palavras fazendo selfies em posições diferentes.

Curiosamente, a tarefa não foi fácil. Alguns faziam selfies como, em geral, se faz para redes sociais. Outros variavam pouco a distância. Mas o maior problema foi que muitos estudantes usaram espelhos cuja altura era maior que a metade da sua própria altura, o que faz com que a pessoa se veja sempre de corpo inteiro. Como todas as atividades da disciplina poderiam ser refeitas até que ficassem com um nível desejável⁸, as fotos inadequadas foram devolvidas aos autores explicando os problemas e solicitando nova versão. Ao final, 49 estudantes (de 51) conseguiu completar a tarefa, identificando que a fração do próprio corpo observada no espelho não muda com a distância.

Antes de mostrar a construção, via PPT, um diagrama de raios limítrofes ao campo de visão, a qual demonstra, usando as leis da reflexão, que o tamanho da imagem não muda, pareceu importante discutir com eles que pressuposições estariam orientando a uma conclusão distinta daquela que se observa no dia a dia. A primeira explicação que os estudantes dão é que estando mais distante é possível ver “mais” ao redor da própria imagem. Parece que a questão é mais profunda, tendo como uma fonte possível as dificuldades de lidar com a perspectiva. Fotografias de trilhos de trem que “se tocam” ao longe e raios do sol que projetam sombras

8 As notas são zero ou dez, mas o estudante pode reformular quantas vezes for necessário até o fim do semestre.

das nuvens que parecem maiores que o tamanho delas, parecem reforçar uma diminuição de tamanho com a distância.

Por isso, foi buscado apoio em uma atividade “prática”, na verdade de caráter demonstrativo (on-line), comprovando que o tamanho da imagem não muda com a distância. Mesmo assim, como se vê mais adiante nas autoavaliações, os estudantes ainda acusavam estarem inseguros em relação a essa questão.

3.4 Terceiro momento do modelo PEC: “Conteúdo”

Como foi mencionado anteriormente, na prática, não houve uma separação muito definida entre o 2º e o 3º momento do PEC. A sistematização do conhecimento, essência do 3º momento, foi ocorrendo pouco a pouco, já que a compreensão de fenômenos e dos conceitos envolvidos ou, ao menos, a consciência do obstáculo às ideias iniciais é um processo.

Devido ao formato de aulas remotas, a interação entre a turma e o professor e mesmo entre os estudantes não foi muito frequente. Ela ocorreu principalmente de forma individual do professor com cada aluno, no processo de idas e vindas das autoavaliações e buscando ao máximo um avanço na consciência das próprias ideias, tanto daquelas ideias que obstaculizam as novas compreensões quanto as novas compreensões em si mesmas. Para isso, contribuiu a construção de um documento que continha, para cada questão do teste, as frequências de escolha e possíveis justificativas teóricas para as alternativas incorretas das questões e o gabarito com a explicação pormenorizada das respostas corretas em cada uma.

Embora a compreensão desejada e apresentada fosse aquela que tradicionalmente se busca em um estudo de física em nível superior, não foi estipulado um nível terminal de compreensão mínima prefixada a ser alcançado. Coerente com os objetivos formativos constantes do plano da disciplina, entregue aos estudantes no primeiro dia de aula, e expressos anteriormente, no final da seção de introdução, a aprovação estava relacionada, principalmente, ao avanço no processo de autoavaliação, ou seja, aos compromissos com esse processo, tais como, responder aos testes antes de cada novo tópico, entregar as demandas (por exemplo, as *selfies*) e, principalmente, realizar as autoavaliações retomando tantas vezes quantas fosse necessário. Como estes avanços não foram iguais para todos, já que, em geral, os estudantes partem de patamares distintos e alcançam níveis também distintos dentro das suas potencialidades e possibilidades, não foi feita uma comparação dessas trajetórias em uma escala de zero a dez. Assim, quem entregou todas as tarefas e concluiu as autoavaliações atendendo às solicitações de reformulação ou aprofundamento solicitadas, recebeu a nota máxima. Isso ocorreu com 39 dos 51 estudantes. Doze deixaram de entregar algum trabalho, ficando com nota final menor que dez. Só houve duas reprovações por abandono, devido a razões pessoais.

3.5 Autoavaliação do Teste

Com o final do primeiro ciclo PEC, após a terceira semana, os estudantes deveriam realizar a primeira autoavaliação (ver cronograma no apêndice). Como já constatado em outro contexto (Autor, 2018), a realização dessa atividade já no início do semestre é muito importante pois propicia que os estudantes façam logo uma primeira reflexão sobre a vivência em um modelo de aula que, para a grande maioria, era novidade. As primeiras vivências inovadoras devem ser curtas e marcantes para facilitar que o estudante aceite mais rápida e facilmente transitar do papel passivo, para um papel ativo e corresponsável pelo próprio aprendizado (Porlán, 2017).

Assim, nessa primeira autoavaliação, os estudantes tinham que preencher um documento no qual deviam justificar, para cada uma das questões em que haviam errado, a opção escolhida e tentar expressar o pensamento construído após as atividades. O Quadro 2 apresenta exemplos de respostas de quatro estudantes para a primeira questão.

Quadro 2 – Exemplo de perguntas e respostas de autoavaliação da 1ª questão do teste

Opção	O que pensei quando escolhi a letra...?	O que penso agora?
A	<i>Essa foi uma questão que eu fiquei bem perdida, então marquei a letra A no chute mesmo, pois não consegui interpretá-la direito.</i>	<i>Agora consigo compreender que, precisamos de luz para que todos os objetos a nossa volta sejam vistos, de maneira que quando a luz bate em certo objeto ela automaticamente se direciona para os nossos olhos, fazendo com que possamos enxergá-lo. (E34)</i>
B	<i>Ao responder a letra B, eu pensava que não ocorria nenhum processo envolvendo os objetos e a visão.</i>	<i>Agora entendo que existe um processo, no qual quando a luz que é refletida nos objetos que possibilita a visualização humana. (E9)</i>
C	<i>Porque só enxergamos o livro porque ele está iluminado.</i>	<i>Alguma fonte de luz bate no livro e o livro reflete a luz na frequência correspondente a cor que o enxergamos sendo essa a cor que não foi absorvida pelo livro. (E1)</i>
D	<i>Imaginei que nossos olhos enviavam alguma informação ao cérebro para que ele pudesse enxergar e entender o que está vendo.</i>	<i>Entendo que só conseguimos enxergar devido à presença de luz no ambiente, sem ela não enxergaríamos. (E45)</i>

Fonte: o autor (2023).

Pelas respostas apresentadas no Quadro 2, se percebe como podem ser variadas as interpretações e as razões das escolhas dos estudantes. Inicialmente, o primeiro estudante não conseguiu explicitar a razão da escolha da resposta dada, mas, depois, sua autoavaliação revela uma compreensão bem consistente do processo da visão. E

o último estudante, a rigor, não responde à questão, já que se refere apenas ao que acontece entre o olho e o cérebro, apresentando a mesma explicação encontrada na pesquisa de onde a questão foi adaptada (Andersson; Karrqvist, 1983). Sua compreensão parece estar vinculada a uma concepção em que o processo de reflexão da luz nos objetos não intervém, bastando que o ambiente esteja iluminado para que enxerguemos os objetos. Quatro semanas depois, na primeira “prova”, o estudante complementou sua resposta agregando que a luz *“se reflete nos objetos e, os raios de luz são direcionados para todos os lados, atingindo os nossos olhos e possibilitando que nós vejamos tais objetos que estão no ambiente. Sem a luz nós não seríamos capazes de enxergar qualquer objeto”*.

Ainda com relação às primeiras respostas dos estudantes, a grande maioria revelou pouco sobre o pensamento implícito à escolha da resposta em cada questão. Muitas vezes, era apenas escrito que haviam escolhido aquela resposta porque achavam que era isso que acontecia e não o porquê acontecia. O mesmo ocorreu com o pensamento “atual”. Havia uma tendência de repetir algum conhecimento estruturado sem fazer referência ao próprio processo de mudança das ideias, o que é esperado pelo ineditismo da vivência de aprendizagem. A superação dessas primeiras posturas foi favorecida pela interação escrita com o professor na revisão desse documento.

Ainda no mesmo instrumento, os estudantes deveriam preencher, ao final, uma autoavaliação geral do processo vivido nesse primeiro ciclo PEC. O Quadro 3 mostra as perguntas dessa parte e apresenta exemplos de autoavaliação de um estudante e do parecer do professor.

Quadro 3 – Estrutura da autoavaliação geral teste e exemplos de respostas

Pergunta	Exemplo de resposta (E39)
Como avalias teu desempenho?	<i>Péssimo, pois são coisas do nosso cotidiano que não paramos para pensar como acontece e simplesmente aceitamos o que achamos ser o óbvio.</i>
A que você atribui tal desempenho?	<i>No meu caso eu explico em partes por uma falha na educação colegial e outra parte uma falta de questionamento e percepção das coisas que estão ao nosso redor e na qual interagimos diariamente.</i>
Como expressaria agora a compreensão destas questões após as leituras e análises? Tente explicar mesmo se não tenha havido mudança	<i>Para mim tudo faz sentido e parece óbvio agora que prestei atenção no funcionamento dos espelhos e nas particularidades da luz, como a sua reversibilidade.</i>
Parecer do professor	<i>Muito boa a tua autoavaliação. Em várias questões conseguiste identificar, em geral no nosso pensamento cotidiano, a fonte das ideias que apresentastes. E, sim, a educação anterior também tem influência. Infelizmente ela não tem ajudado muito a enxergarmos nosso cotidiano de maneira mais crítica. A tua opinião sobre o que agora parece óbvio, revela uma mudança ou melhora consistente de ideias. Mas há ainda algumas reflexões que poderias fazer conforme meus comentários assinalados relativas às questões 3, 4, 6 e 8.</i>

Fonte: o autor (2023).

3.6 Momento final de autoavaliação: “Provas”

Na oitava semana, como fechamento do primeiro bimestre de aulas, conforme mostra o cronograma, ocorreu a primeira “Prova” (P1). O instrumento é composto de duas partes. Na primeira parte, os estudantes fazem uma autoavaliação sobre como mudaram, no caso de ter havido mudança, as suas concepções sobre luz e espelhos em relação ao conhecimento científico apresentado. Essa era a única parte cujas respostas foram consideradas para atribuição de nota na disciplina, a qual está relacionada com a qualidade da reflexão escrita, e não, como frisado anteriormente, com o nível final de compreensão alcançado ou demonstrado. Na segunda parte, os estudantes fazem uma avaliação voluntária da disciplina expressando as suas percepções sobre o grau de alcance dos objetivos, sobre a pertinência das atividades e o expressam o sentimento geral na vivência na disciplina até aquele momento.

Em relação à primeira parte da P1, foram retomadas as questões do primeiro teste sobre luz, visão e espelhos planos e algumas as questões do segundo teste (não analisado aqui) e que versava sobre espelhos curvos e refração da luz. Uma das questões do primeiro teste pedia, como mostra a coluna da esquerda do Quadro V, que fosse retomada a 8ª questão, a de menor índice de acerto, a qual perguntava “*O que você pode fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, consiga ver uma maior parte do seu próprio corpo?*”. A coluna do meio e a da direita do Quadro 4 apresenta as respostas de dois estudantes às perguntas de autoavaliação.

Quadro 4 – Dois exemplos de respostas para a autoavaliação da Questão 8 do teste

Pergunta	E16	E3
a) Que razão teria levado você a pensar assim?	<i>Talvez eu tivesse uma ideia de que o espelho tivesse um efeito parecido com o da lupa, que aumenta a imagem quando aproximada. Como comentado anteriormente, de que a forma como vejo o fenômeno depende do meu ponto de vista. Aquela informação já estava tão presente em meu pensamento, que se tornou algo real, eu acreditava que via uma imagem ampliada quando aproximada.</i>	<i>Eu afirmei que deveria recuar para ver maior parte do corpo, pois pensei que quando quero ver meu tênis no espelho eu recuo.</i>
b) Como você pensa agora?	<i>Agora percebo que a imagem não modifica de tamanho, porém adquire ou perde nitidez, ou visibilidade. E isto faz completo sentido para mim, pois o mesmo acontece com nossa visão quando enxergamos objetos de longe e de perto, os detalhes apenas ficam mais nítidos.</i>	<i>Que mover tanto para frente como para trás muitas vezes não resulta em ver mais de seu corpo, como foi evidenciado na experiência das selfies.</i>

Pergunta	E16	E3
c) Que grau de confiança você tem hoje na sua compreensão?	<i>Tenho um grau alto, pois atingi um conhecimento pleno deste processo e pude vê-lo com meus próprios olhos.</i>	<i>Uns 80%, quando estava fazendo os selfies minha mãe questionou o que estava fazendo e tentei explicar a ela o porquê e os resultados do experimento, eu acho que conseguir passar a ideia.</i>
d) Que influência tiveram as “selfies” nessa (possível) mudança?	<i>Foi o fator que me fez mudar e entender o fenômeno, apenas com a prática pude ver que a imagem não se modificava. Principalmente pelos detalhes presentes nas fotos que não ficavam maiores quando aproximados do espelho, apenas mais nítidos, mais visíveis.</i>	<i>Toda, sinceramente eu acho que as aulas de física trabalham muito bem juntas a experiências para evidenciar aquilo que estamos aprendendo, e principalmente após a experiência das selfies eu consegui enxergar o erro na minha forma de pensar que sempre tive com relação a “enxergar-se no espelho”</i>

Fonte: o autor (2023).

Em outra questão da P1 foi solicitado que cada um expressasse o grau de presença, antes e depois das atividades, das principais ideias “indesejáveis” sobre a luz e a formação de imagens. A Tabela 3 mostra, na escala de 0 a 3, a média geral, com desvio padrão, dessas ideias. Pelos dados, verifica-se que essa presença antes das atividades oscilou, no geral, entre pequena e média e com bastante dispersão, conforme os valores os desvio-padrão. Após as atividades, na P1, houve uma significativa redução (entre nula e pequena) e com dispersão também menor. As maiores reduções ocorreram justo nas presenças iniciais mais altas, o “egocentrismo” observacional (Questão 5) e a possibilidade de ver a luz deslocando-se (Questão 7).

Tabela 3 – Autoavaliação da presença das ideias “indesejáveis” no Teste e na P1 (n=31)

Questão	Ideias Indesejáveis	Teste	P1
		Presença média (desvio padrão)	Presença média (desvio padrão)
1	Os olhos participam de forma ativa no processo externo ao olho da visão.	1,5 (1,2)	0,6 (0,9)
10	As imagens nos espelhos planos se formam na frente ou na superfície deles.	1,8 (1,2)	0,2 (0,4)
11	Os fenômenos “dependem” do meu ponto de vista ou “egocentrismo” observacional	1,9 (1,2)	0,5 (0,7)
12	Para enxergar uma imagem deve haver uma “linha de visada” entre meus olhos, o objeto e o espelho.	1,8 (1,1)	0,7 (0,9)
14	É possível “ver” a luz se deslocando.	2,0 (1,1)	0,6 (0,8)

Escala: Presença Nula: Zero; Presença Pequena:1; Presença Média: 2; Presença Grande: 3.

Fonte: o autor (2023)

3.7 Avaliação da disciplina pelos estudantes

Na segunda parte da P1 os estudantes eram convidados, de forma voluntária, a avaliar a disciplina e a atuação do professor produzindo elementos para analisar o alcance das suas hipóteses didáticas. A primeira questão pedia uma avaliação do alcance dos objetivos centrais da disciplina, tal como listados no final da introdução desse trabalho. A cada objetivo o estudante deveria assinalar, em uma escala de Likert, o grau de alcance desse objetivo em seu processo de aprendizagem. A Tabela 4 mostra os graus médios encontrados, apontando para um alcance significativo dos objetivos elencados. Apesar de que as escalas de Likert tenham uma tendência para o valor “4” (o que corresponde, neste caso, a um alcance “grande”), as diferenças entre os escores médios e o valor do desvio padrão indicam que havia para os sujeitos diferenças de opinião em cada um dos objetivos. Em especial, cabe destacar ter ocorrido maior alcance para o quarto objetivo (o mais importante em termos da visão formativa adotada), embora este grau médio só apresente diferença estatisticamente significativa em relação ao segundo objetivo.

Tabela 4 – Avaliação pelos estudantes do grau de alcance dos objetivos (n = 44)

Objetivos	Grau médio (Desvio Padrão)	Comentários justificando valoração
a) Valorizar as ideias e os argumentos próprios.	4,5 (0,9)	<i>“Se importa com nossos pensamentos sobre tal assunto, mesmo que esteja errado” (E27)</i>
b) Amplia o campo de interesses pessoais.	4,2 (0,9)	<i>“Aprendi, por vontade própria, coisas interessantes que antes não tinha vontade de aprender” (E36)</i>
c) Propiciar que incompreensões, “erros”, dúvidas, angústias etc. sejam vividos sem frustração e sem enganar-se.	4,3 (1,2)	<i>“Foi muito legal poder errar sem julgamentos e construir um conhecimento a partir disso (E7)</i>
d) Promover um processo de autoconhecimento e de evolução das próprias ideias.	4,7 (0,9)	<i>“Seremos avaliados de trás para a frente⁹ ajuda a averiguar o que se sabia antes e depois do ensino de maneira mais clara” (E43)</i>

Fonte: o autor (2023)

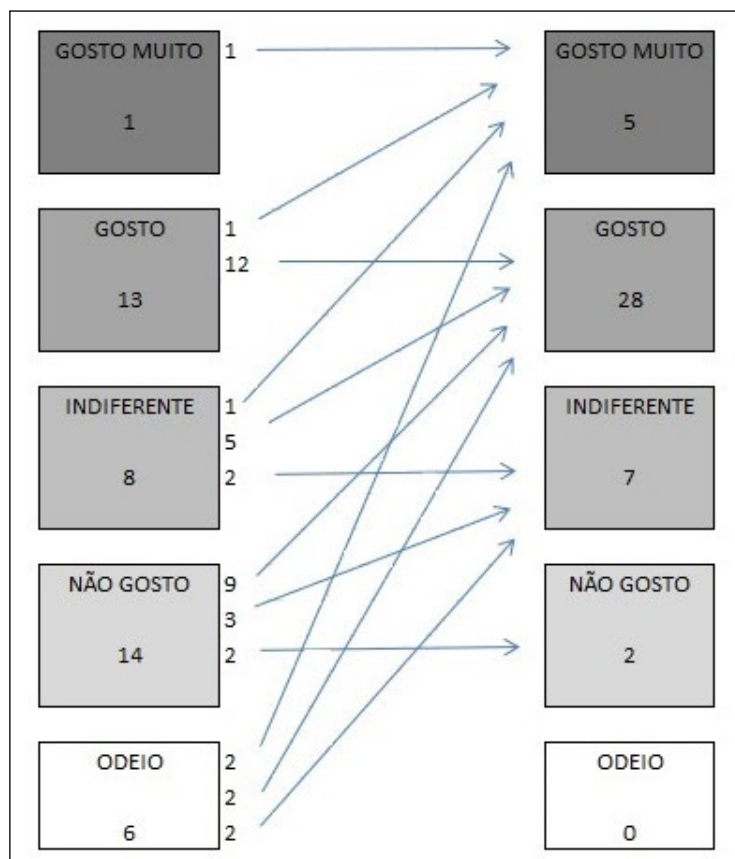
Na segunda questão da P1, foi solicitado que os estudantes classificassem, de um total de nove, as três melhores atividades desenvolvidas. Na opinião de 44 estudantes houve uma valorização da essência do modelo PEC sendo as três mais citadas entre as três melhores: “Correção e explicações dos testes”, o “Formato da Prova e da atribuição de nota” e “As Experiências ao vivo”. Esta última valorizou

9 Referência para o título do artigo

às demonstrações experimentais apresentadas nas aulas síncronas, que envolveu imagens em espelhos planos e curvos e lentes, possivelmente pela novidade de um ensino de física pouco apoiado experimentos, ainda que demonstrativos.

Como último instrumento analisado, foi perguntado na P2, novamente de forma voluntária, qual era o sentimento em relação à Física ao final do semestre tal como fora feito no primeiro dia de aula¹⁰. Com as respostas obtidas dos mesmos sujeitos nos dois momentos (42 no total) foi possível mapear as transições individuais de cada opção de opinião, como mostra a Figura I. Na transição dos sentimentos individuais e por extrato de opinião, nota-se que não houve nenhum “rebaixamento” na expressão desse sentimento. Ao mesmo tempo, houve um aumento significativo do sentimento de gostar da Física, acompanhado de uma significativa redução dos sentimentos mais aversivos (“Odeio” e “Não gosto”). De fato, nota-se que dois dos estudantes que escolheram a opção “Odeio”, ao final, marcaram “Gosto muito”.

Figura 1 - Variação do sentimento pela Física no início e no fim das aulas (n=42).



Fonte: o autor (2023)

10 Na segunda metade da disciplina a abordagem foi a mesma com tópicos de hidrostática e hidrodinâmica.

Cabe frisar que, ao par dessa avaliação, em geral, positiva, houve também relatos, marcadamente minoritários, de dificuldades e carências da presencialidade e da interação, o acesso a materiais, além da estranheza com um formato e abordagem diferente das aulas, refletida pela necessidade de explicações melhores e de algum aprofundamento dos conceitos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este trabalho, antes de tudo, tem-se a esperança de que a descrição tenha abarcado os aspectos mais importantes das atividades (virtuais, neste caso) desenvolvidas. Sua extensão se justifica na medida em que se trata de uma abordagem que inverte a ordem em que, comumente, os elementos que compõem esse ambiente complexo normalmente se organizam.

Deve-se reforçar que não foi intenção “provar” que o modelo PEC “funciona”, no sentido de registrar objetivamente um certo grau de aprendizagem dos tópicos envolvidos após a implementação das atividades. De fato, parece haver uma contorção incongruente o uso e a investigação de processos de autoavaliação com critérios e abordagens classificatórias da aprendizagem que, ao final, levam à decisão sobre a aprovação ou não do estudante. Conforme Correia e Cid (2021), essa modalidade de avaliação não tem caráter classificativo nem seletivo na medida em que a informação obtida serve de retorno para que os estudantes e o professor percebam a origem e a possível (e desejada) superação das dificuldades.

O objetivo foi o de explicitar, com evidências em quantidade e qualidade, o desenrolar de uma abordagem didática apoiada em uma visão em que a aprendizagem conceitual é um processo evolutivo. Nesse sentido, parece plausível afirmar que o resultado da implementação do modelo PEC de forma on-line parece ter promovido nos estudantes um avanço na capacidade de serem conscientes e de avaliarem as próprias ideias e avançando na sua aprendizagem.

Assim, o modelo PEC pode ser uma alternativa na busca de uma aprendizagem mais consistente. Nesse sentido, merece destaque o fato de que a ampliação da consciência dos estudantes sobre as próprias ideias, base para um aprendizado mais amplo e instigador da busca por mais conhecimento, parece ter forte relação com a desvinculação da avaliação conceitual da atribuição de notas.

Junto a essa avaliação positiva da proposta, desencontros, inseguranças e frustrações também são registrados. Algumas são pertinentes dada a natureza evolutiva de qualquer proposta alternativa. Outras parecem estar relacionadas à atitude confortável de seguir atuando com o mesmo papel de estudante tradicional, centrado nas respostas prontas e nas certezas.

Entre os avanços em relação às aplicações anteriores do modelo PEC no modo presencial, podemos citar que houve um incremento da interação “escrita”. Obviamente que falta de interação “ao vivo” com os colegas nas aulas remotas colaborou para esse incremento. Porém, o feedback constante, aliado ao incentivo do professor para que sempre pudessem melhorar a reflexão, parece ter influenciado

muito no grau de consciência das aprendizagens dos sujeitos. Em outras palavras, a necessidade de expressar, tanto da parte do professor como dos estudantes, os diferentes pensamentos que permearam as discussões sobre os conceitos e fenômenos estudados, parece ter colaborado bastante para o avanço nos objetivos formativos.

Na prática, isso implicaria se afastar muito do processo de avaliação de aprendizagem mais comumente nas aulas, marcadamente orientado pela atribuição de nota relacionada apenas ao grau que o conhecimento apresentado ao final se aproxima ao conhecimento desejável (em geral, o científico) e se aproximar de um processo em que esse conhecimento final não seja dissimulado (pela aprendizagem mecânica) e que revele o que de fato pensa e, principalmente, porque pensa assim, sem temer um “julgamento” externo a respeito e sendo desejoso de alcançar um compreensão de mais alto nível.

Ainda em relação ao contexto remoto, este avanço constatado na aplicação do modelo PEC centrado a autoavaliação e fortemente marcado pelo uso das tecnologias de comunicação pode inspirar trabalhos que sejam mais coerentes com o perfil atual dos jovens. De acordo com Marxreiter, Bresolin e Freire (2021), o uso de metodologias para mediar à construção do conhecimento são cada vez mais indicadas para os ditos “nativos digitais”.

Por fim, como limitação este trabalho, fica em aberto a realização de análises mais avançadas correlacionando, tanto quantitativamente como qualitativamente, as respostas entre as atividades, ou seja, analisando como as ideias iniciais dos estudantes sobre a luz, o processo da visão e a formação de imagens em espelhos planos se interconectam e evoluem em função das atividades e, com isso, mapear, a evolução das ideias dos sujeitos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, B.; KARRQVIST, C. How swedish pupils, aged 12-15 years, understanding light and its properties. **European Journal of Science Education**, v.5, n.4, p. 387-401, 1983. DOI:10.1080/0140528830050403
- ANDRADE, H. A critical review of research on student self-assessment. **Frontiers**, 4, 2019.
- ASBAHR, F.S.F. Sentido pessoal e projeto político pedagógico: análise da atividade pedagógica a partir da psicologia histórico-cultural. 2014. **Dissertação**, USP, 2014.
- ASTOLFI, J. P. **El “error”, un medio para enseñar**. Sevilla: Díada, 1999.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo Editora, 2002.
- BOUD, D. **Enhancing learning through self-assessment**. Oxon: Routledge Falmer, 1995.

CORREIA, S.J.E.; CID, M.P.C. Avaliação das aprendizagens nas aulas de ciências naturais e biologia e geologia: das percepções às práticas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26 e260005, 2021.

CUBERO, R. **Cómo trabajar con las ideas de los alumnos**. Sevilla: Díada, 2000.

HARRES, J.B.S. Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p. 89-101, 2002.

HARRES, J.B.S. Desvinculação entre avaliação e atribuição de nota: análise de um caso no ensino de física para futuros professores. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.42-51, 2003b.

HARRES, J.B.S.; GUEDES, M.V.K. Avaliação ampla de uma proposta didática inovadora para introdução à mecânica no ensino superior. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 8, n. 2, p. 243–274, 2018.

HASHWEH, M.Z. Effects of science teacher's epistemological beliefs in teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 1, p.47-63, 1996. DOI:10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<47:AID-TEA3>3.0.CO;2-P.

KAMBOUROVA, M. ¿Qué falta por comprender sobre el concepto autoevaluación del aprendizaje en educación superior? Una mirada diferente desde su historia. **Avaliação**, v. 25, n. 3, p. 640-658, 2020.

KENSKI, V.M. A avaliação da aprendizagem. In: VEIGA. **Repensando a didática**. Campinas: Papirus,1995. pp. 135-148.

KIM, E.; SUNG-JAE, P. Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. **American Journal of Physics**, v. 70, n. 7, p. 759-765, 2002. <https://doi.org/10.1119/1.1484151>

MARXREITER, L.F.; BRESOLIN, G.G.; FREIRE, P.S. Autoavaliação: um olhar de inovação para a avaliação da aprendizagem das novas gerações. **P2P & Inovação**, v.7 n. 2, p. 46-62, 2021.

PINTO, J. A avaliação a aprendizagem: da neutralidade técnica à intencionalidade pedagógica. **Educação e Matemática**, v. 74, p. 3-10, 2003

PORLÁN, R. **Constructivismo y escuela**: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. Sevilla: Díada. 1993.

PORLÁN, R. (Org.). **Enseñanza universitaria: cómo mejorarla**. Madrid: Morata, 2017.

POSNER, G.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W; GERTZOG, W.A. Accommodation of a conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227 1982. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4087814/mod_resource/content/1/Posner_et_al_1982.pdf

SANTOS, L. **Autoavaliação regulada: porque, o que e como?** Lisboa: Ministério de Educação. Departamento do Ensino Básico. 2002, p. 75-84.

TEODORO, S.R. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. 2000. 278 p. **Dissertação.** Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

TOULMIN, S. **Human understanding: the collective use and evolution of concepts.** Princeton: Princeton University Press, 1972.

APÊNDICE

Cronograma de atividades das primeiras oito semanas da disciplina

Sem.	Mod.	Cronograma de Atividades do 1º Bimestre discriminando a modalidade de interação
1	P P/A	Apresentação da disciplina e apresentação individual. <i>Teste 1:</i> “Que pensamos sobre a luz e as imagens nos espelhos planos?”
2	S/A A	Apresentação das respostas de toda turma com possíveis pressupostos das respostas erradas Leitura de um artigo que faz a análise do desempenho no teste
3	S/A A	Apresentação sobre a propagação da luz e a formação de imagens em espelhos planos Preenchimento da autoavaliação no Teste (Trabalho 1)
4	A S	Realização de duas selfies variando a distância até o espelho (Trabalho 2) Discussão, com apresentação filmada de experimento sobre imagens em espelhos
5	A S	Teste complementar sobre luz e espelhos planos Apresentação de introdução aos espelhos esféricos
6	A/S S	<i>Teste 2:</i> “Que pensamos sobre a refração da luz e as imagens em lentes?” (Trabalho 3) Apresentação sobre refração da luz, reflexão total e imagens em lentes
7	S S	Apresentação sobre a refração da luz e a medida da velocidade da luz. Apresentação sobre formação de imagens nas lentes, o olho humano e outros instrumentos
8	S/A	P1: 1ª Avaliação: Autoavaliação e avaliação da disciplina

Legenda da Modalidade: P – Presencial; S - Síncrona; A - Assíncrona