

Processo avaliativo em mecânica clássica: aplicação de uma avaliação progressiva

RESUMO

Os processos de ensino e aprendizagem visam garantir o encontro do estudante com o saber. A Teoria da Objetivação (TO) insere a transformação do ser como incremento ao ensino e aprendizagem. Porém, histórica e tradicionalmente, a base no estímulo e resposta em aulas expositivas sugere que professores detentores do conhecimento, que “transmitem” o saber aos estudantes, são imprescindíveis no processo e, nesse caso, a avaliação é resumida, equivocadamente, à aplicação de provas como testes de conhecimento. Considerando-se esse contexto, apresenta-se, neste trabalho, um método de avaliação progressiva como um recorte do processo de ensino-aprendizagem, uma atividade constituída por um exercício-desafio sobre o uso do formalismo de Lagrange e do formalismo de Hamilton para a resolução do movimento do pêndulo duplo em grupo, uma proposta de labor conjunto inspirado na TO. Na sequência de resolução, promoveu-se a interpretação do enunciado com reflexão crítica sobre os conceitos, escolha dos procedimentos para resolução e análise reflexiva dos resultados. A atividade avaliativa foi fundamentada no labor conjunto com debate profundo sobre o enunciado e o procedimento de resolução, com os estudantes livres para manifestar suas culturas e suas perspectivas com base nos conceitos vivenciados ao longo do curso de graduação. Observou-se que a avaliação progressiva favoreceu a transformação dos estudantes pelo encontro com o saber. Portanto, a aplicação da TO no processo de avaliação se mostrou eficaz não somente em relação à atribuição de notas aos estudantes, seguindo as normas, mas, também, evidenciou a eficácia (ou conquista) no processo de ensino-aprendizagem. As posturas dos estudantes evidenciaram os processos de objetivação e de subjetivação durante as atividades em conjunto, com decisões baseadas na ética comunitária, em razão do respeito mútuo e da consideração recíproca entre os integrantes do grupo.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação da aprendizagem; Ensino de física; Teoria da Objetivação.

Evaluation process in classical m: application of a progressive evaluation

ABSTRACT

The teaching and learning processes aim to ensure the student encounters knowledge. The Theory of Objectification inserts the transformation of the being as an increase in teaching and learning. However, historically and traditionally, the basis on stimulus and response in expository classes suggests that teachers who possess knowledge, who “transmit” knowledge to students, are essential in the process and, in this case, the evaluation is mistakenly summarized as the application of tests such as knowledge tests. This work presents a progressive assessment method as a part of the teaching-learning process, an activity consisting of a challenge-exercise on the use of Lagrange formalism and Hamilton formalism to solve the movement of the double pendulum in a group, a proposal of joint work inspired by OT. Following resolution, interpretation of the statement was provided with critical reflection on the concepts, choice of procedures for resolution and reflective analysis of the results. It was observed that progressive assessment favored the transformation of students through their encounter with knowledge. Therefore, the application of OT in the evaluation process proved to be effective not only in attributing grades to students, following the standards, but also demonstrated effectiveness (or achievement) in the teaching-learning process.

KEYWORDS: Learning assessment; Physics teaching, Objectification Theory.

Natália Roberta Souza

nataliarobertabio@gmail.com

orcid.org/0000-0002-4349-8203

Secretaria de Estado de Educação de
Mato Grosso (SEDUC-MT), Jaciara,
Mato Grosso, Brasil

Fernando Augusto Silva

f.augusto@ufabc.edu.br

orcid.org/0000-0002-5682-7096

Universidade Federal do ABC (UFABC),
Santo André, São Paulo, Brasil

Frederico Ayres

frederico.neto@ufu.br

orcid.org/0000-0003-4971-7726

Universidade Federal de Uberlândia
(UFU), Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil

INTRODUÇÃO

Os processos avaliativos no Ensino Superior, especificamente na área de Exatas, ocorrem, prioritária e tradicionalmente, na forma de provas presenciais com datas predefinidas. Esse formato, aplicado com o argumento de ser avaliativo, desconsidera o ensino e a aprendizagem enquanto processos dinâmicos, nos quais os estudantes têm a oportunidade, inclusive, de aprender com seus próprios erros.

Por outro lado, alguns pesquisadores afirmam, inclusive, que a avaliação constitui o cerne do processo educacional; seja em avaliações realizadas no sistema educacional, ou avaliações do sistema educacional (Sant’anna, 2011), em virtude de contemplar os principais envolvidos no processo: docentes e discentes. Para os docentes, a avaliação é atribuída como instrumento que informa e orienta, por meio de *feedbacks*, a qualidade de suas ações pedagógicas, passadas e futuras; e, para os discentes, é aplicada como contribuição direta na forma de atribuir nota ao conhecimento, seja em práticas ou posturas internas ou externas à sala de aula.

O método tradicional, em certas ocasiões, apresenta características do behaviorismo clássico, com o discurso de que o estímulo seria a aprendizagem (prova do conhecimento adquirido). Contudo, este se apresenta posteriormente à resposta, pois se configura na nota atribuída, invertendo (ou subvertendo), de fato, a proposta original.

Muitas vezes, o processo avaliativo é finalizado no ato de medir — e emitir — uma nota, inclusive por justificativas burocráticas e temporais, sem dar a devida continuidade, que seria a análise e reflexão para a tomada de decisões, quanto aos próximos passos em relação ao conhecimento desenvolvido em sala de aula, sendo constatado, com mais frequência no Ensino Superior (Xavier et al., 2023).

Pezzi et al. (2025) realizam uma revisão sistemática de trabalhos sobre avaliação no Ensino Superior e apontam, inicialmente, que há uma escassez de trabalhos nesse tema, indicando que, no Ensino de Física, a discussão seja menor ainda. Os mesmos autores apontam que há uma resistência por parte dos docentes de abandonar métodos tradicionais de avaliação (baseados em testes e avaliação somativa) e desenvolver abordagens avaliativas mais inovadoras e formativas (Pezzi, et al., 2025).

Como uma forma de reconhecer no processo avaliativo uma proposta de ensino e aprendizagem, este trabalho apresentará um método inspirado na Teoria da Objetivação (TO) (Radford, 2014; Radford, 2021; Vargas-Plaça; Radford, 2023b) de Luís Radford, ao aplicar a ética comunitária e o materialismo dialético como fundamento para o labor conjunto em avaliações do conhecimento (Teodosio; Scipião, 2022) na disciplina Mecânica Clássica de um curso de Licenciatura em Física. Tal método considerou os saberes individuais, tais como cultura, história e política, utilizados em grupo, no labor conjunto, tornando-se um processo interativo e dinâmico, uma vez que as funções de cada estudante foram alteradas ao longo da resolução de exercícios-desafio, questões de mecânica a serem executadas em diversas etapas (a depender do tipo do problema), favorecendo o trabalho individual e coletivo.

O encontro com os saberes relacionados à Mecânica Clássica, assim como os processos de concepção histórica e cultural, no ensino e aprendizagem, pode garantir a transformação dos estudantes em sujeitos críticos e reflexivos, por caminhos distintos das originadas por processos focados no sujeito que, embora satisfaçam a dimensão do SABER, estão desconectadas do SER em seus aspectos histórico, cultural, político e social. (Radford, 2015; Radford, 2021).

Nesse sentido, o objeto deste estudo contemplou a observação ativa (como parte do conjunto) de um grupo de estudantes na prática de um processo avaliativo e a identificação de características da TO. Por ser um processo social, a TO orienta a observação não apenas da linguagem manifestada oralmente, incluindo as linguagens escrita e corporal, bem como a interação com os demais componentes do grupo que favorecem o acesso recíproco às culturas individuais, um processo potencialmente transformador. O professor, enquanto observador ativo, abandona sua passividade, explícita em momentos de aplicação de provas tradicionais, com o intuito de adotar uma postura ativa e integrada aos estudantes, tornando-se, portanto, parte do conjunto. Por sua vez, enquanto parte integrante do labor conjunto no processo avaliativo, afasta-se do ponto focal ou da postura de evidência, como se atuasse como um juiz ou um fiscal, adotando uma função de mediador ao contemplar as manifestações dos estudantes e, sem dar-lhes respostas prontas, incentivá-los à busca conjunta e à aquisição de consciência acerca dos fenômenos apresentados nos exercícios-desafio.

AValiação EDUCACIONAL

No campo educacional, a avaliação é uma prática social complexa e multidimensional, permeada por valores éticos, políticos e sociais. Ela não se restringe, apenas, a uma dimensão técnica, mas reflete as concepções de educação e os objetivos formativos de um curso ou instituição.

A avaliação deve estar integrada à proposta político-pedagógica do curso, refletindo seus valores, crenças e metas educacionais. Isso implica que os métodos de avaliação devem estar alinhados à concepção de formação proposta; seja ela mais tradicional, centrada no estudante, focada em competências específicas (Oliveira et al., 2021). Além disso, a avaliação deve ser consistente com os objetivos de uma formação integral, considerando não apenas o conhecimento disciplinar, mas também aspectos socioemocionais, trabalho em equipe e criatividade.

Pezzi et al. (2025), em seu trabalho de revisão, apontam que o *corpus* empírico-teórico compartilha de características comuns em relação a avaliação no Ensino Superior, a saber:

- (i) é indissociável das práticas de ensino do professor, das formas de aprendizagem dos estudantes e, das políticas educacionais do currículo (...);
- (ii) é assumida como uma prática social, cultural e histórica produzida coletivamente, entrelaçada de símbolos e significados (...);
- (iii) é processual e permanente, sendo conduzida ao longo do período em que o curso ou a unidade curricular acontece, e não pontual e momentânea (...);

- (iv) permite o acompanhamento do processo educacional e estimula a criação de condições para melhorias na aprendizagem (...);
- (v) sua natureza é certificadora, de controle, de julgamento e emissão juízo de valor por parte do docente, tendo como base sua cultura, sentimentos, ideologia e pré-conceitos pessoais (...);
- (vi) estimula a autonomia, a autocrítica e a ação reflexiva do estudante e do professor ao promover a autoavaliação (...);
- (vii) potencializa o *feedback* e o diálogo entre os envolvidos como condições essenciais para que avanços possam ser feitos neste domínio(...). (Pezzi, et al. 2025, pág. 07 e 08)

Embora estas sejam características almejadas da avaliação no Ensino Superior, devem-se realizar movimentos para que estas possam ser efetivadas, em qualquer período e em qualquer curso.

Assim, é crucial que os processos de avaliação sejam planejados e implementados com cuidado, de modo a contribuir, efetivamente, para o processo de aprendizagem dos estudantes e para a consecução dos objetivos formativos desejados. Nesse sentido, Oliveira et al. (2021) refletem, com base no movimento de revisão de concepções sobre avaliação, baseados nos estudos de Biggs (1998), que o Alinhamento Construtivo seria entendido como “um modo de planejar aulas em que as ações de ensino e avaliação estão alinhadas para que haja um envolvimento ativo do estudante, de modo a alcançar os objetivos pretendidos” (Oliveira et al., 2021). Ou seja, a avaliação não seria um momento realizado ao término de determinado período ou conteúdo, mas alinhado desde o início do planejamento da disciplina, considerando os objetivos daqueles conhecimentos a serem desenvolvidos em sala.

Segundo Bueno e Gonzalez (2019):

(...) a avaliação não é somente um componente que ocorre apenas no final do percurso para evidenciar resultados, mas sim, desde o planejamento do docente, pois permeia todo o processo, redimensionando o mesmo, sempre que necessário, fornecendo recursos para o docente, apresentando diversos desígnios, pois “ela só faz sentido na medida em que serve para diagnóstico da execução e dos resultados que estão sendo buscados e obtidos” (Bueno e Gonzalez, 2019, pág. 4).

Este planejamento, com inclusão prévia daquilo que deve ser desenvolvido, esperado dos discentes e avaliado, deve ocorrer em qualquer contexto educacional. No Ensino Superior, as ementas não fixam como as práticas devem ocorrer, mas o que deve ser desenvolvido.

Alguns trabalhos propõem reflexões sobre a função da avaliação, em relação ao que ocorre no Ensino Superior. Barbosa et al. (2019) formulam atividades educacionais relacionadas aos conhecimentos de Física para serem desenvolvidas em um curso de magistério, concatenadas a atividades avaliativas, e observam indícios da possibilidade de uma aprendizagem significativa de conteúdos de Física, à disposição para o processo de ensino-aprendizagem e suposições básicas que seriam posicionamentos em relação ao que se propõe.

Já Xavier et al. (2023) buscam levantar as dificuldades de aprendizagem dos discentes de um curso de ciências biológicas e verificam, pelas respostas a

questionários de análise, que as disciplinas de Física e Cálculo I foram apontadas como as mais difíceis. Os autores indicam a possibilidade de monitorias para diminuir essa lacuna.

Seria necessário, portanto, perseguir o desafio de tornar senso comum a avaliação, percebê-la como parte integrante dos processos de ensino-aprendizagem, com funções diagnóstica, somativa e formativa.

A avaliação diagnóstica se configura como um instrumento proposto inicialmente em um curso ou apresentação de um novo conteúdo em que se torna necessário diagnosticar o que os estudantes já conhecem ou já experienciaram. Isso contribui, principalmente, para que os docentes possam refletir sobre a sua ementa de conteúdos e ações pedagógicas e, inclusive, a forma como irá conduzir, no que diz respeito à coletividade e à individualidade dos estudantes. Corroborando, Bueno e Gonzalez (2019) mencionam que:

a avaliação da aprendizagem [diagnóstica], então, será um instrumento para direcionar a novos rumos estimulando a reflexão sobre ações realizadas pelos professores o que acarretará a responsabilidade a eles de repensar suas práticas, de modo que isso servirá de auxílio para o avanço dos alunos e não um fardo para ambos (Bueno e Gonzalez, 2019, pág. 7).

Os autores reforçam a importância da avaliação na esfera educacional, inclusive no Ensino Superior, como instrumento orientativo das práticas, ao mesmo tempo em que propõem reflexões ao discente sobre os conhecimentos adquiridos até o momento.

A avaliação somativa, realizada ao final, tem como objetivo verificar, a respeito do que foi trabalhado — seja de um campo de conhecimento, seja em um determinado período —, se os estudantes obtiveram sucesso esperado. Essa função de avaliação está mais associada aos processos de aprovação/reprovação em disciplinas e, também, numa visão mais holística de todo o desenvolvimento pedagógico realizado em sala de aula.

Pezzi et al. (2025), com base em Garcia (2009) e em Melo e Costa Neto (2020), mencionam que as práticas avaliativas no Ensino Superior muitas vezes se limitam a procedimentos somativos, refletindo uma concepção arraigada de um processo avaliativo tradicional e “carecendo de abordagens formativas que não enfrentam os desafios educacionais contemporâneos, nem refletem os critérios de qualidade desejados (...)” (Pezzi, et al., 2025, pág. 13).

A avaliação formativa é aquela que deve ser realizada continuamente, no intermédio do processo de ensino-aprendizagem, buscando obter *feedbacks* contínuos, sendo reconhecida como uma avaliação para a aprendizagem. Essa função de avaliação contribui, de maneira efetiva, para os docentes e para os discentes, tendo em vista a proposta de ser realizada de forma contínua, fomentando certo diálogo em torno dos envolvidos no processo.

Nesse sentido, para Villas Boas (2017):

avaliação formativa é o processo pelo qual são analisadas continuamente todas as atividades em desenvolvimento e as desenvolvidas pelos estudantes, para que eles e os professores identifiquem o que já foi aprendido e o que falta ser aprendido, a fim de que se providenciem os meios para que todos avancem sem interrupções e percalços. (Villas Boas, 2017, p.157).

Essa análise permite a (re)estruturação do trabalho pedagógico com o objetivo de garantir que os estudantes tenham a oportunidade e o incentivo de encontrar o saber e, conseqüentemente, promover a transformação do ser. Por meio dessa função avaliativa, nenhum aspecto é abandonado e cada estudante tem suas necessidades atendidas de forma individualizada.

Adicionalmente, observa-se que, em virtude das características apontadas, e em relação ao que se discute de modo amplo no campo da avaliação educacional, há diferentes argumentos em defesa dessa função da avaliação, em nível acadêmico, materializados em diversos documentos orientadores das escolas, no Brasil e no mundo.

Percebe-se que essa compreensão se vincula a condições objetivas e subjetivas, circunstância que pode reduzir a função avaliativa a uma mera ferramenta classificatória, resultando em sua utilização de maneira inadequada. Outrossim, a avaliação formativa tem como propósito estar a serviço das aprendizagens e, ao mesmo tempo, apoiar o estudante em sua trajetória formativa curricular. Complementarmente, Hadji (2001) menciona que a avaliação formativa deveria favorecer a regulação das aprendizagens, orientando os estudantes em suas dificuldades, possibilitando realizar ações que contribuam para seu progresso e continua:

nessa perspectiva, o **erro** não seria uma falta a ser reprimida, mas uma fonte de informação, e isso tanto para o professor — cujo dever é analisar a produção e, através dela, a situação do aluno — como para o aluno, que precisa compreender seu **erro** para não mais cometê-lo, e progredir. (Hadji, 2001, p.10 – grifo nosso).

Sendo assim, o erro surge, naturalmente, como elemento fundamental do processo de ensino-aprendizagem, cujo objetivo é contribuir para o trabalho docente, para que os estudantes obtenham êxito e não sejam alvo de recriminações. É condicional que as atividades avaliativas, inclusive as formativas, não se findam no medir, mas avancem para avaliar, numa perspectiva de inclusão, de acolhimento e ajuda ao estudante (Oliveira, et al., 2021).

Para além dos desafios complexos da avaliação educacional, particularmente da avaliação formativa, propõe-se o desafio de tornar as ações avaliativas um dos elementos que contribuam, direta e efetivamente, para a aplicação da TO. Em outras palavras, busca-se que os processos avaliativos não sejam dissociados da teoria, tampouco relegados a uma etapa posterior do processo, mas que sejam articulados a ela e lhe sejam intrínsecos, integrando-se, conseqüentemente, ao processo de ensino-aprendizagem.

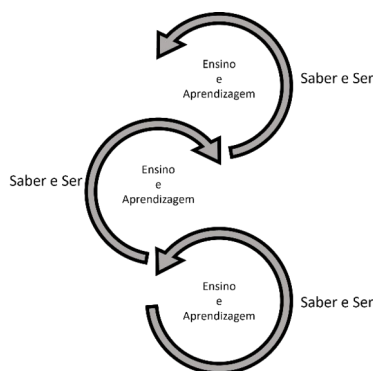
TEORIA DA OBJETIVAÇÃO

Ao adotar a TO como fundamento para o processo avaliativo, propõe-se abordar as dimensões do SER (subjetivação) e do SABER (objetivação), tornando-se mais abrangente do que o método tradicional de aplicação de uma prova, reconhecidamente alienante por não estabelecer uma continuidade. A aplicação da TO estabelece processos avaliativos contínuos, denominados “avaliação progressiva”. Em virtude de ser dinâmico, o processo avaliativo favorece, portanto, a permanente transformação do SER pelo SABER, conforme a figura 1. Sujeitos éticos e reflexivos se revelam em consequência da consideração do saber e do ser, de

forma indissociável, em suas atribuições políticas, sociais, históricas e culturais (Radford, 2014; Radford, 2021).

Figura 1

Representação do processo de ensino-aprendizagem na TO, explicitando a constante evolução do Ser pelo Saber



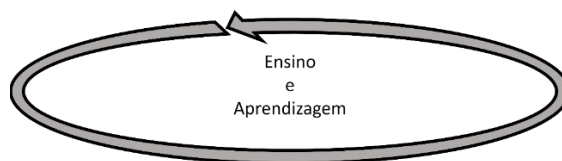
Fonte: elaborada pelo autor com base em Radford (2014).

Em uma primeira análise, pode-se argumentar que a adoção de um processo de ensino-aprendizagem que considere o saber e o ser atende aos pressupostos da ética comunitária e do labor conjunto, uma vez que possibilita aos participantes atuarem, de forma colaborativa, apoiando-se mutuamente e mantendo sintonia e harmonia tanto no cumprimento das responsabilidades assumidas quanto nos esforços individuais e coletivos voltados à superação dos desafios. Segundo a TO, as atividades não se reduzem à simples execução de tarefas, constituindo-se como meios fundamentais para a atuação e a interação dos sujeitos. Nesse sentido, durante sua realização, cada participante deve ser considerado em sua integralidade, com sua identidade constituída ao longo de seu desenvolvimento cultural, social, histórico e político (Radford, 2015; Moretti, Panossian, Radford, 2018). Ainda na figura 1, cada ciclo de ensino e aprendizagem representa um processo que envolve os participantes do grupo no labor conjunto. Logo, a evolução dos ciclos de ensino e aprendizagem decorrente do labor conjunto não representa o progresso individual, mas coletivo e com participação de todos, promovendo o encontro com o saber e a transformação do ser.

Os métodos tradicionais de ensino são centrados, apenas, no conhecimento específico do conteúdo curricular, desconsiderando as identidades dos estudantes. Tal prática produz uma distorção no ensino e aprendizagem (figura 2) por ter, como objetivo, o desenvolvimento do saber sem considerar as transformações do ser. São métodos técnicos que levam a procedimentos mecânicos, inviabilizando o encontro do estudante com sua própria cultura, desprezando a criatividade, ou seja, desconsiderando a reflexão e a criticidade. Nesse caso, a tendência é a satisfação superficial, embora possa haver conflitos cognitivos perante as falsas consonâncias que surgem pela ilusão do saber. Tal ilusão se origina quando o estudante revela domínio da técnica, apresentando os resultados esperados nos exercícios, sem que ocorra, de fato, a transformação. Diferentemente da figura 1, na figura 2, apresenta-se um ciclo permanente, uma concepção distorcida do processo de ensino e aprendizagem.

Figura 2

Distorção no método de ensino e aprendizagem que menospreza o Ser



Fonte: elaborada pelo autor (2025).

O ensino-aprendizagem pode, inclusive, considerar a socialização de atividades realizadas individualmente. Nesse sentido, trata-se de atividade individual executada pelos participantes próximos uns dos outros. Contudo, para a efetiva emancipação por transformação do ser, não basta que os participantes estejam próximos entre si; é fundamental que interajam, compartilhando seus saberes e dispostos a transformações às quais estão sujeitos.

Portanto, a adoção efetiva da ética comunitária envolve cumplicidade e sintonia entre os protagonistas de uma determinada atividade, um objetivo comum realizado por todos, em que cada participante (professores e estudantes) colaboram em um labor conjunto (Radford, 2023a; Radford, 2023b). As tarefas são aplicadas de forma dinâmica, respeitando a organização em comum acordo.

Segundo Radford (2023a), a ética comunitária está organizada em três eixos: compromisso, cuidado com o outro e responsabilidade. Comprometer-se com o labor conjunto é se dedicar às ações juntamente ao grupo de forma profunda. O cuidado com o outro é ter atitude ativa não somente nas próprias funções, mas dedicar atenção ao outro em suas tarefas. A responsabilidade é o reconhecimento de pertencer ao grupo e que um depende do outro para alcançar o objetivo. A aprendizagem coletiva implica considerar os três eixos mencionados em equilíbrio, visando superar, em grupo, os desafios. Portanto, não há atividades para o professor e atividades para os estudantes; estes realizam a atividade em conjunto, cada qual com sua função (Vargas-Plaça; Radford, 2023a), respeitando-se reciprocamente e conduzindo no sentido da evolução do saber por meio do processo de ensino-aprendizagem.

Fundamentada na perspectiva de Paulo Freire, a aplicação da TO visa à transformação do sujeito por procedimentos reflexivos e éticos, proporcionando o aprimoramento ou a criação de novas ideias e pensamentos (Radford, 2023a; Vargas-Plaça; Radford, 2023b). Porém, distinta de teorias construídas com foco no sujeito aprendente, culminando na aprendizagem individualista, a TO aborda os temas considerando a história e a cultura dos integrantes da sequência didática, cabendo a cada participante exercer sua função, mas ao grupo alcançar o saber coletivamente, com acesso irrestrito às respectivas culturas, respeitando a ética comunitária.

O trabalho em grupo, de fato, ao envolver os esforços para a cooperação e para a colaboração, permite a interação social, histórica e cultural, favorecendo a permuta de informações pessoais e a identificação dos saberes dos demais participantes, promovendo as transformações do ser. Trata-se de processos em que a linguagem oral é, apenas, uma das inúmeras formas, pois a linguagem corporal pode ser uma fonte de informação importante no ensino e aprendizagem, além da

comunicação por imagens, gravuras, desenhos, percepções, que são os meios semióticos de interação (Silva, Almeida, 2021).

Uma vez que a transformação do ser e a conquista do saber são processos indissociáveis, na TO ocorrem pelos esforços nas ações durante as atividades, ou seja, pelo labor conjunto. O labor conjunto na TO deve ser elaborado de tal forma que os pertencentes ao grupo interajam considerando suas identidades, a saber: cultura, sociedade, história e política (Ayres et al., 2022). Assim, poderá satisfazer o processo de transformação do ser em sintonia com o saber, garantindo a solidariedade na superação dos exercícios-desafio. As atividades no labor conjunto incluem professores e estudantes, cada qual com sua função. Por ser um processo dinâmico, as funções individuais podem ser alternadas entre os participantes, os quais assumem responsabilidades de acordo com suas transformações prévias, visando aquelas que almejam conquistar.

As funções assumidas são baseadas na hierarquia horizontal, na qual todos os participantes se organizam por consenso e identificam seus papéis durante a atividade. Como exemplo, o professor não assume a função de detentor absoluto do conteúdo, tampouco a responsabilidade de “transmiti-lo” aos estudantes. Ao contrário, será de responsabilidade do professor proporcionar atividades que orientem para o encontro dos saberes, sendo a interação a garantir a consideração do ser em seus aspectos cultural, histórico, social, político, não como um mediador, mas na posição de pertencente ao conjunto, interagindo com os estudantes e com os objetos (Batista, Oliveira, Pereira, 2021).

METODOLOGIA

Considerado o ambiente que caracteriza o palco para o ensino e aprendizagem na perspectiva da TO, assim como estabelecidas as orientações relacionadas aos participantes, relata-se, neste trabalho, uma experiência de aplicação de um processo avaliativo na disciplina de Mecânica Clássica para um curso superior de Licenciatura em Física, no semestre 2023/1, em uma Universidade Federal, contando com a presença constante de 8 estudantes.

A metodologia de análise se caracteriza por ser qualitativa, buscando observar os processos de objetivação (saber) e subjetivação (ser).

Nesse sentido, segundo Freitas (2002):

os estudos qualitativos com o olhar da perspectiva sócio-histórica, ao valorizarem os aspectos descritivos e as percepções pessoais, devem focalizar o particular como instância da totalidade social, procurando compreender os sujeitos envolvidos e, por seu intermédio, compreender também o contexto (Freitas, 2002, pág.26).

Ou seja, a análise ocorre por diversos aspectos de interação dialética que perpassam a realidade das práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula e, nesse caso, das práticas avaliativas, considerando o ser social e o ser cultural.

Complementarmente, no que diz respeito à observação, processo metodológico que será realizado neste trabalho, Freitas (2002) comenta:

assim a observação não se deve limitar à pura descrição de fatos singulares, o seu verdadeiro objetivo é compreender como uma coisa ou acontecimento se relaciona com outras

coisas e acontecimentos. Trata-se, pois, de focalizar um acontecimento nas suas mais essenciais e prováveis relações. Quanto mais relevante é a relação que se consegue colher em uma descrição, tanto mais se torna possível a aproximação da essência do objeto, mediante uma compreensão das suas qualidades e das regras que governam as suas leis. Quanto mais se preservam em uma análise as riquezas das suas qualidades, tanto mais é possível a aproximação das leis internas que determinam sua existência. De fato, só ao colher os traços mais importantes e depois aqueles mais secundários, identificando suas possíveis consequências, é que começam a emergir claras as relações que os ligam entre si. O objetivo da observação se enriquece, assim, de uma rede de relações relevantes. (Freitas, 2002, pág. 28).

Este nível de aprofundamento no processo metodológico da observação, que está para além de uma simples descrição, reforça a complexidade envolvida, iniciando-se em análises mais pragmáticas e pontuais, percorrendo aspectos que podem surgir da qualidade da observação e daquilo que pode ser destacado, buscando congruências e incongruências.

Particularmente em relação à TO, há orientações de como realizar a análise das interações em contextos de ensino e aprendizagem, ou seja, dos modos semióticos a serem observados durante a interação entre sujeitos.

Camilotti, Vargas-Plaça e Gobara (2019), apoiadas em Piccinini e Martins (2004), comentam que os modos semióticos a serem analisados são os verbais, gestuais e visuais. As autoras ainda, baseadas em Veneu (2012), apontam que a análise deve ser realizada por meio de dispositivo adaptado, iniciando pela identificação e seleção dos enunciados (que são os momentos dos episódios relevantes), passando para a análise preliminar do enunciado, seguindo para a descrição do contexto extraverbal e finalizando com a análise do enunciado (Camilotti; Vargas-Plaça; Gobara, 2019).

No que se refere a este trabalho, voltado à prática avaliativa, focalizaram-se os aspectos verbais (fala e escrita), sobretudo aqueles descritos durante a resolução do exercício-desafio e, após sua devolução, as reflexões coletivas (docente e discentes) sobre os erros cometidos. O dispositivo analisado foi o enunciado do exercício-desafio em conjunto com a resolução apresentada de forma escrita. A proposta foi um debate sobre o enunciado pelo grupo de estudantes, com foco no recurso didático para sustentação dos conceitos necessários para o procedimento de resolução. Os conceitos abordados são fruto do saber encontrado no desenvolvimento do curso de graduação, caracterizados como elementos culturais que amparam o debate sobre o exercício-desafio proposto. Após a resolução em conjunto, cada estudante deve apresentar sua descrição da resolução, tornando-se um novo elemento de debate, independentemente de conter equívocos de resolução ou de interpretação, para os quais são atribuídas notas avaliativas. Havendo equívocos, estes são utilizados com o intuito de evidenciar as transformações dos sujeitos, tendo em vista que são suportes para a próxima etapa. Com a compreensão dos equívocos, o grupo de estudantes toma a decisão, individual ou coletiva, de continuar ou não com a resolução. Caso a decisão seja interromper a resolução, a nota avaliativa já foi atribuída. Se decidirem continuar, a nota poderá ser modificada, considerando o debate sobre os equívocos na resolução. Esse procedimento permite que o processo avaliativo seja integrado às demais atividades de ensino-aprendizagem.

Os temas desenvolvidos na perspectiva da TO, presencialmente, foram os seguintes:

- movimento 2D;
- formalismo de Lagrange e formalismo de Hamilton; e
- órbitas sob forças centrais.

As aulas presenciais foram organizadas da seguinte forma:

- **aulas de conceitos:** apresentação dos principais conceitos físicos em Mecânica Clássica, conduzidas com estímulo ao diálogo e à expressão das ideias;
- **aulas de desafios:** apresentação de exercícios-desafio com o intuito de resolução conjunta por aplicação dos conceitos.

Os conceitos necessitaram de tratamento matemático avançado. Contudo, houve instigação à participação dos estudantes e à manifestação de suas ideias, antes, durante e após diálogo sobre o tema em questão. Nas aulas sobre conceitos físicos, também foram considerados o contexto histórico e social associados aos protagonistas do desenvolvimento das ideias e procedimentos. Nesse sentido, pode-se afirmar que não houve aula expositiva, pois a contextualização histórica e social favoreceu a participação dos estudantes, na medida em que estes tendiam a relacionar os conteúdos abordados com suas próprias rotinas.

Para cada um dos assuntos de Mecânica Clássica indicados anteriormente, solicitou-se aos estudantes a resolução de um exercício desafiador, o mesmo desafio para todos. Considerou-se esse exercício como avaliativo e o procedimento cumpriu as seguintes etapas:

1. orientação geral sobre a atividade;
2. leitura e interpretação conjunta do problema apresentado;
3. diálogo sobre o fenômeno físico descrito;
4. ajustes da interpretação do texto;
5. representação esquemática do fenômeno e indicação das forças aplicadas aos objetos considerados;
6. consideração da sequência de movimentos, quando foi o caso;
7. interpretação global do fenômeno descrito, considerando as forças aplicadas e as suas consequências;
8. estruturação e organização dos cálculos;
9. aplicação e análise das equações matemáticas que representam o movimento em cada uma das sequências do fenômeno;
10. comparação das equações com outras conhecidas;
11. determinação dos valores e averiguação de suas consistências diante do fenômeno descrito;
12. considerações gerais e interpretação do movimento dos objetos em toda a extensão solicitada pelo enunciado da questão.

Tal procedimento constituiu a avaliação de conhecimento. Os estudantes eram livres para dialogar, em sala de aula, durante a resolução do desafio, sempre com participação do professor. Além disso, não foi estabelecido um prazo para a

resolução, considerando que cada estudante tem seu tempo de aprendizagem, o que foi respeitado, sendo considerada uma avaliação progressiva.

Portanto, provas no estilo tradicional não foram aplicadas, garantindo aos estudantes o debate franco como forma de esclarecimento, uma vez que a nota deixou de ser a meta. Como planejamento da disciplina, todos os estudantes teriam garantia de nota máxima por participar da avaliação progressiva. Considerou-se o seguinte procedimento de atribuição de nota:

1. a cada sequência de resolução, os estudantes compartilhavam seus resultados, obtidos em conjunto, com o professor;
2. o tratamento matemático também poderia ser em conjunto; porém, cada estudante preferiu realizar, individualmente, com o intuito de dar legitimidade nos diálogos para interpretação dos resultados;
3. caso fossem identificados equívocos de conceitos ou de cálculo, o resultado de cada estudante era-lhe devolvido com orientações sobre procedimentos de correção;
4. o estudante deveria tomar a decisão se continuaria ou não a resolução, corrigindo seus equívocos e prosseguindo com o exercício-desafio. Se o estudante decidisse interromper, a nota era-lhe atribuída, mas ele poderia retornar à resolução posteriormente;
5. esse procedimento continuaria, caso o estudante desejasse, até a resolução completa. A nota atribuída, portanto, seria 10 (em uma escala de 0 a 10).

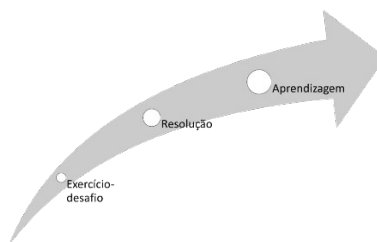
Ressalta-se que não há linearidade na atribuição da nota, em caso de cumprimento da atividade, ou seja, por ser uma avaliação progressiva, a trajetória segue o ritmo necessário e adequado de acordo com as manifestações dos participantes.

Na figura 3, representa-se a sequência esperada para o processo de ensino-aprendizagem e, na figura 4, o fluxo que rege o processo avaliativo.

Na figura 3, representa-se o encontro do ser com o saber no processo de ensino e aprendizagem. No contexto do processo avaliativo, de forma resumida, ao ser apresentado um exercício-desafio, observa-se a tendência de o estudante iniciar, prontamente, sua resolução. Entretanto, é necessária a orientação quanto à atividade e à interpretação do exercício. Nesse momento, o professor pode dar início à prática do labor conjunto, incentivando os estudantes a refletirem sobre o enunciado, identificarem os principais conceitos envolvidos e decidirem quanto à abordagem inicial. Observa-se que os conceitos principais não são os que o professor indica, mas os que os próprios estudantes identificam com base em diálogo e pesquisa, assim como os que reconhecem apoiados em suas culturas, histórias e interação humana. Não se trata, portanto, de entregar um exercício-desafio para que o estudante obtenha um resultado dito correto, mas um enunciado que permita a cada grupo de estudantes o debate efetivo, com participação do professor. Percebe-se na questão um artefato cultural propício para promover o encontro do ser com o saber e, conseqüentemente, a transformação de cada sujeito.

Figura 3

Sequência aplicada ao processo avaliativo



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

De forma natural (e quase imperceptível, pelo fator indissociável entre as etapas), com a compreensão do enunciado do exercício-desafio, estabelecidos os fundamentos teóricos e os conceitos associados à proposta, inicia-se a resolução. Isso ocorre, naturalmente, no caso de haver diálogo, pois há o entendimento prévio da situação-problema. No processo de resolução, há os entraves conceituais característicos de um desafio, os quais exigem interação entre os participantes do grupo na busca por direcionamentos adequados que levem à superação. O professor colabora, nesses casos, com estímulos e, caso o grupo esteja seguindo um sentido inadequado ou equivocado, interfere orientando os estudantes. Contudo, o docente jamais deve fornecer a resposta ou o caminho a ser seguido pelo grupo, pois essa influência interrompe o processo cognitivo, impedindo aqueles de buscar suas transformações pelo saber.

Por fim, ocorre o encontro com o saber pela superação dos desafios e resolução do exercício. A transformação que se opera se deve a todo o processo, desde a orientação e interpretação do enunciado — pelo labor conjunto em que todos os membros do grupo exercem suas atividades em sintonia recíproca — com cumplicidade perante o objetivo comum, um cuidando do outro no sentido de aprendizagem conjunta.

Na figura 4, representa-se o fluxo do processo avaliativo, uma sugestão para a aplicação da TO, com o objetivo de prover atividades que promovam o encontro com o saber e a transformação do ser com atribuição de nota, respeitando os ritos acadêmicos. O foco não deve constituir, apenas, o resultado, pois seria contraditório com os preceitos da TO. É necessário considerar o processo avaliativo como um todo, bem como a transformação do ser, que promove sua percepção crítico-reflexiva sobre o assunto abordado. Com isso, não permanecerá, no estágio de repetição dos conceitos, aplicação tecnicista do assunto abordado, como em um processo mecânico, mas poderá alcançar níveis mais avançados de criatividade, podendo elaborar situações até então impensadas e resolver desafios jamais observados.

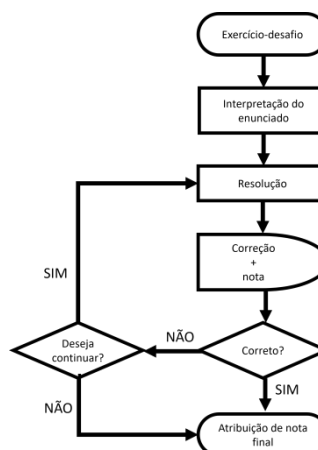
Dessa forma, não houve uma prova, mas um processo avaliativo cujo objetivo não implicou um teste de conhecimento, mas favorecer a aprendizagem. A liberdade para execução do desafio foi um fator decisivo para a quebra de paradigma em relação às provas, tradicionalmente aplicadas.

Conforme a figura 4, o processo avaliativo pode conter uma etapa de participação docente na leitura da resolução elaborada pelo grupo. Havendo equívocos, o professor os identifica, sem apresentar as respostas, e devolve ao grupo para que este proceda na correção e redirecionamento da resolução. Nesse caso, o

professor pode, também, apresentar uma nota ao grupo que, por sua vez, tem a opção de interromper o processo avaliativo se estiver satisfeito com a nota atribuída, medida adotada no caso limite de interrupção da avaliação progressiva. Por outro lado, se o grupo decidir continuar, poderá alcançar a nota máxima. Em todos os casos, o objetivo é garantir a transformação de cada um dos participantes do grupo pelo encontro com o saber.

Figura 4

Fluxo para organização do processo avaliativo



Fonte: elaborada pelo autor (2025).

ANÁLISE E RESULTADOS

Utilizam-se, na disciplina que envolve conceitos de Mecânica Clássica em um curso superior de Licenciatura em Física, ministrada após o ciclo básico (física básica, cálculo, álgebra linear, entre outras), recursos matemáticos tais como equações diferenciais, convergência e expansão de funções, equações não lineares, além de concepções mais aprimoradas de fenômenos da natureza (por exemplo: osciladores acoplados, movimentos sob resistência do ar, sistemas com a perspectiva dos formalismos de Lagrange e de Hamilton etc.).

Tradicionalmente, trata-se de uma disciplina com elevada exigência aos estudantes. Contudo, há um equívoco entre ser exigente e aplicar provas presenciais por um período pré-determinado (normalmente, duas horas), com datas pré-agendadas e complexas na forma de um teste. Porém, a exigência não está relacionada à complexidade das provas, mas ao processo de ensino-aprendizagem ao longo da disciplina. Nesse sentido, pode-se afirmar que houve uma quebra de paradigma ao propor uma ruptura com os métodos de avaliação tradicionais.

Dentre os aspectos discordantes, a prova tradicional, aplicada em um dia específico, impede que o estudante reflita, criticamente, sobre os enunciados. Além disso, afasta-se do diálogo enquanto recurso de ensino e aprendizagem, impossibilita a aprendizagem com o erro, tolhe o processo criativo pelo prazo restrito para resolução, sendo, portanto, um recurso alienante. Há, ainda, a compreensão de que os estudantes devem ser submetidos a testes complexos para que aprendam os conceitos, uma proposta baseada no behaviorismo e cujo processo de aprendizagem ocorre pela repetição e por estímulo-resposta.

Em contrapartida, a adoção de um método de avaliação progressiva inspirada na TO favorece a reflexão crítica, o diálogo reflexivo e a criatividade, tornando-se um recurso do método de ensino-aprendizagem, cuja prova pode ser um dos elementos, mas não o único. Além de progressivo, o processo é interativo, propiciando o labor conjunto e, conseqüentemente, a transformação do ser por meio do saber ao acessar os elementos culturais expressos nas relações humanas, caracterizados pelos processos de objetivação e de subjetivação.

Para a aplicação da TO no processo de avaliação, consideraram-se o aspecto dialógico, a semiótica durante as atividades em sala e a ética comunitária, sendo o labor conjunto uma premissa constante estimulada pelo professor, também pertencente ao agrupamento. O conjunto estava composto, portanto, por professor e estudantes, com distintas funções, mas com os mesmos objetos e objetivos: encontro com o saber e transformação do ser. Aplicado em conformidade com os preceitos da TO, o professor é afastado da posição de único detentor do conhecimento, ou seja, o docente torna-se parte integrante do conjunto, pertencente ao ambiente didático-pedagógico. Nesse mesmo sentido, o estudante também não se torna o centro e, natural e progressivamente, assume uma postura ética enquanto parte de um grupo, no qual todos têm funções determinadas segundo suas compreensões pelo próprio reservatório cultural.

Com a aplicação da TO na avaliação progressiva, está garantida a autenticidade e a legitimidade no processo de encontro com o saber pelo tratamento dialógico de interpretação do fenômeno físico abordado e pela utilização dos recursos matemáticos, promovendo sua transformação, uma vez que não foi estabelecido um prazo para a atividade e foi oportunizada a aprendizagem pelos erros, podendo cada um conquistar a nota máxima. Cada participante elabora sua própria resolução, ao seu modo, embora apoiado pelo labor conjunto, tendo em vista que o processo é sustentado pela interação. Nesse sentido, as interações evidenciam aspectos culturais ocultos nas provas individuais, satisfazendo o materialismo dialético enquanto base para solucionar os desafios.

Com a aplicação do exercício-desafio, não há nenhuma intenção de constranger o estudante, tampouco de banalizar o tema abordado, mas de estabelecer uma escala de dificuldades a serem gradativamente superadas. Para este trabalho, utilizou-se um estudo de caso de aplicação de um exercício-desafio, considerando os estudantes como iniciantes nos métodos de Lagrange e de Hamilton na Mecânica Clássica. Após essa aplicação, tendo os estudantes superado esse desafio, apresenta-se outro exercício mais desafiador, por exemplo um pêndulo triplo; porém, por ser um processo gradativo, os estudantes não se sentem pressionados e podem resolver o problema abrangendo os conceitos de forma escalonada, sem saltos de conteúdo.

Na figura 5, representa-se o exercício-desafio aplicado aos estudantes matriculados na disciplina Mecânica Clássica no curso de Licenciatura em Física. Para a sua elaboração, considerou-se que os estudantes dominam os conceitos de física e de cálculos necessários, identificados por meio de atividades previamente aplicadas, envolvendo diálogo crítico-reflexivo. A identificação da cultura realizada em conjunto favorece o processo de objetivação e de subjetivação, uma vez que o encontro com o saber se opera pela interação, com cada um dos sujeitos evidenciando determinados elementos histórico-culturais.

No processo de resolução deste exercício (figura 5), considerado como atividade de ensino e aprendizagem e não um teste, os estudantes iniciaram o diálogo sobre o enunciado, aplicando a ética comunitária, observando os detalhes do sistema (pêndulo duplo) e considerando os possíveis movimentos dos corpos.

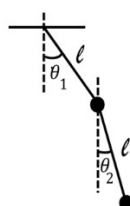
A etapa de resolução (figura 3) não deve ser iniciada imediatamente após a leitura do enunciado, mas simultaneamente às primeiras compreensões dos conceitos. Nessa etapa, os estudantes são estimulados a interpretar o fenômeno apresentado e a verificar as inúmeras possibilidades para início da resolução, sendo, portanto, caracterizada como etapa de planejamento. Com isso, produzem meios de investigação do fenômeno apresentado, tendo em vista os conceitos abordados.

Em de ser um processo mecânico e estático, o método de resolução inspirado na TO é dinâmico, uma prática do labor conjunto com ética comunitária, o que favorece a utilização de artefatos, recursos e conceitos, à medida que a resolução do problema se desenvolve.

Figura 5

Exercício-desafio aplicado aos estudantes da disciplina Mecânica Clássica

Um pêndulo duplo é caracterizado por conter dois cordões de comprimentos iguais ($\ell_1 = \ell_2 = \ell$) e 2 massas iguais ($m_1 = m_2 = m$), conforme figura a seguir. Para esse sistema, determine o que se pede.



- Escreva a Lagrangiana do sistema e as equações de movimento de Lagrange.
- Escreva a Hamiltoniana do sistema e as equações de movimento de Hamilton.

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Uma vez iniciada a resolução, o professor participa, ativamente, dos diálogos, sem interferir diretamente nas decisões dos estudantes. O procedimento de leitura das resoluções compartilhadas pelos estudantes envolve a análise pelo professor e se apresenta como um meio de comunicação, parte do labor conjunto. Na figura 6, representa-se uma parte da resolução do exercício-desafio baseado no pêndulo duplo (figura 5). Em sua primeira interpretação, os estudantes inseriram as projeções do comprimento do fio em relação ao ângulo de inclinação de cada pêndulo.

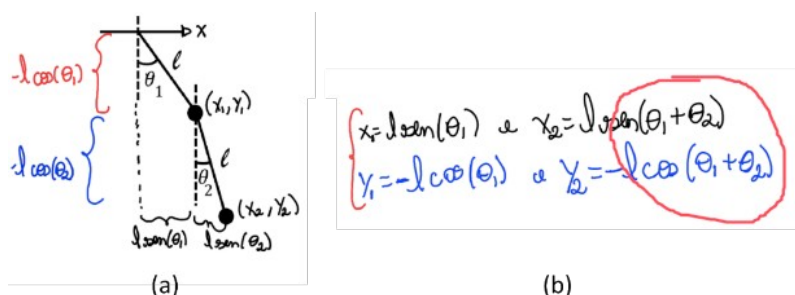
Na Erro: Origem da referência não encontrada, representa-se um dos aspectos da interpretação do enunciado e a consideração das projeções do comprimento dos fios do pêndulo, corretamente apresentado pelos estudantes. O diagrama (a) foi apresentado por uma aluna e representa um resultado elaborado pelo grupo. Na letra (b), ao representar as projeções do comprimento nos eixos x e y, verificou-se um equívoco, tendo em vista que, para a posição do pêndulo inferior (2), foi considerado, corretamente, o comprimento de um dos fios; contudo, de forma equivocada, empregou-se a soma dos ângulos na determinação de suas projeções ϑ_1 e ϑ_2 . O procedimento deve considerar a soma das projeções dos comprimentos dos fios na expressão da posição do pêndulo 2, ou seja:

$$\begin{cases} x_2 = l \sin(\theta_1) + l \sin(\theta_2) \\ y_2 = -[l \cos(\theta_1) + l \cos(\theta_2)] \end{cases} \quad (1)$$

Embora a estudante tenha desenvolvido o cálculo corretamente, o equívoco de interpretação e de expressão da posição do pêndulo 2 ($x_2 + y_2$) gerou uma lagrangiana incorreta (Figura 7).

Figura 6

Representação do esquema do pêndulo duplo (a) contendo as projeções dos comprimentos dos fios e determinação das projeções (b) relacionadas ao comprimento do fio e ângulos de inclinação



Fonte: resolução de um estudante (2025).

Figura 7

Representação da lagrangiana do sistema (pêndulo duplo) com equívoco de interpretação na origem

$$2m l^2 \ddot{\theta}_1 + m l^2 \ddot{\theta}_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) + 2mgl \sin(\theta_1) = 0$$

Fonte: resolução de um estudante (2025).

Consequentemente, a equação do movimento gerada com base na lagrangiana também está equivocada, conforme Figura 8.

Figura 8

Representação da equação de movimento do sistema (pêndulo duplo) com base na lagrangiana do sistema, com equívoco de interpretação na origem

$$m l^2 \ddot{\theta}_2 + m l^2 \ddot{\theta}_1 \sin(\theta_1 - \theta_2) + mgl \sin(\theta_2) = 0$$

Fonte: resolução de um estudante (2025).

No caso do problema-desafio do movimento do pêndulo duplo, as expressões corretas para a lagrangiana e para a equação do movimento são, respectivamente:

$$2ml^2\ddot{\theta}_1 + ml^2\ddot{\theta}_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) + ml^2\dot{\theta}_2^2 \sin(\theta_1 - \theta_2) + 2mgl \sin\theta_1 = 0 \quad (2)$$

$$ml^2\ddot{\theta}_2 + ml^2\ddot{\theta}_1 \cos(\theta_1 - \theta_2) - ml^2\dot{\theta}_1 \sin(\theta_1 - \theta_2) + mgl \sin\theta_2 = 0 \quad (3)$$

Fonte: resolução de um estudante (2025).

Esse resultado não foi mostrado aos estudantes, pois a confiança deve ser focada no procedimento, não apenas nas respostas, as quais devem ser conquistadas pelos estudantes.

A resolução comentada, contendo a indicação do equívoco identificado, bem como orientações verbais direcionadas ao grupo — caracterizando uma prática de labor conjunto —, foi devolvida à estudante, que posteriormente a compartilhou com os demais integrantes do grupo. Logo, tiveram oportunidade de aprender com o erro, corrigindo seus cálculos e, posteriormente, dar sequência ao exercício. Dessa forma, não há erro permanente em uma avaliação, pois os estudantes podem corrigir seus erros, se desejarem, o que contribuirá com a elevação da nota final e, mais importante, com o desenvolvimento da segurança na interpretação de problemas, consequência da transformação do ser pelo saber, uma vez que a correção, também, é executada pela aplicação do labor conjunto.

A nota atribuída à resolução de um exercício-desafio, portanto, é dinâmica, no sentido de sofrer alterações intrínsecas ao processo avaliativo, efetivamente representativa do encontro com o saber. Uma das estudantes do grupo que resolveu, parcialmente, o problema-desafio do pêndulo duplo, cujas equações obtidas estão apresentadas nas figuras 6, 7 e 8, decidiu não prosseguir com a correção alegando que havia outras disciplinas com provas e trabalhos. Sua decisão foi respeitada e a nota atribuída foi 8,00 (na escala de 0 a 10,0). Para a atribuição da nota, foi considerado que a estudante se equivocou na interpretação, mas os demais conceitos matemáticos e físicos utilizados estavam inadequados.

A resolução e as soluções foram debatidas entre os estudantes, com participação do professor, em labor conjunto, considerando o materialismo dialético. As inadequações foram corrigidas durante os debates, sem que o professor fornecesse respostas, cabendo a este a busca de formas para obtenção das respostas, sempre com base nas manifestações dos estudantes. Em outras palavras, as respostas dos exercícios não foram focos, mas a consequência dos diálogos. Os estudantes superaram a tendência (tradicional) de acessar a resposta do exercício para, então, prosseguir com uma (pseudo)segurança, reconhecendo que o ensino e aprendizagem ocorre durante todo o processo de resolução. Inclusive, os participantes observaram que o aprendizado ocorreu com os erros cometidos. Houve valorização de suas conquistas e da superação após erros cometidos. Inclusive, a estudante que interrompeu sua participação expressou ao grupo seu desejo, antes de tomar uma decisão, demonstrando respeito e consideração para com os colegas.

Com a participação de todos em labor conjunto, observaram-se os aspectos cultural, histórico, político e social, conforme estabelece a TO, pelo compartilhamento de informações e pelas linguagens escrita e corporal, além da verbal.

REFLEXÕES FINAIS

Nos processos de ensino-aprendizagem, os recursos devem ser indissociáveis, embora suas características sejam distintas. Entre estes, o processo avaliativo assume uma posição de destaque considerando que, ao alcançar essa etapa, os estudantes já passaram por outras atividades. Com isso, o planejamento das aulas deve conter o processo avaliativo em sua organização, justamente por ser uma das etapas que garantem aos estudantes a oportunidade de participar, ativamente, de ações que promovem sua própria transformação.

A Teoria da Objetivação, por sua vez, apresenta elementos que favorecem a transformação do ser pelo seu encontro com o saber, valorizando-o em seu cotidiano e em sua história e cultura. A aplicação da ética comunitária no labor conjunto favorece a valorização do ser ao adotar o cuidado com o outro, a sintonia entre os participantes do grupo, o diálogo autêntico que estabelece harmonia pelo respeito recíproco trabalhado pelo conjunto. Este é um ideal que, se não pode ser alcançado, permanece como uma referência para a transformação dos sujeitos. A decisão da estudante de sair do grupo alegando necessidades em outras disciplinas é uma demonstração da ética comunitária, pois a estudante dialogou com o grupo antes de decidir.

Aplicada à avaliação (que é diferente de prova), a TO supre o processo de ensino-aprendizagem com uma atividade integrada às demais, com destaque à avaliação progressiva em que os grupos são submetidos a exercícios-desafio, cuja resolução ocorre, gradativamente, até a resposta, na seguinte sequência: interpretação do enunciado, aplicação de métodos de resolução e análise do resultado. A interpretação do enunciado ocorre por diálogos crítico-reflexivos entre os membros do grupo, identificando os conceitos e planejando a resolução; nessa fase da avaliação progressiva, uma das principais características é a aplicação da ética comunitária no labor conjunto para que a participação dos estudantes favoreça o encontro com o saber. A aplicação de métodos de resolução exige que os estudantes busquem caminhos conforme o saber de cada um, presente nos elementos culturais, sem que sejam obrigados a utilizar métodos impostos, mas, sim, o mais adequado segundo suas próprias interpretações. A obtenção da resposta, por sua vez, é uma consequência do procedimento adotado e sua análise é fundamental para identificar se há ou não coerência. Na Figura 4, apresenta-se uma sugestão de fluxo para resolução de um exercício-desafio dentro da ética comunitária.

Com base na perspectiva do estudante, há um caminho entre o conhecimento dos conceitos e o saber, em que o conhecimento é um dos elementos, além da criatividade adquirida, reflexão crítica e o poder de síntese e de análise, um encontro com o saber. Tal caminho favorece a transformação do ser pelos processos de objetivação e de subjetivação conforme a TO.

O professor, ao acompanhar os grupos, observa as manifestações por linguagem escrita e verbal, assim como pelas expressões corporais, possibilitando adaptação do planejamento inicial e incrementos aos diálogos entre os estudantes.

Apresentaram-se, neste artigo, as dificuldades na aplicação da TO no Ensino Superior, principalmente diante da resistência da prática do ensino tradicional, com raras possibilidades de reflexão e de interação em relação ao ensino e

aprendizagem. Por outro lado, apresentou-se o método de avaliação progressiva que favorece o encontro com o saber e a transformação do ser em conformidade com a TO.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa GINPEC/UFMS, especialmente à Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara, pelas discussões, e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da UFMT pelo suporte.

NOTAS

A revisão linguística deste artigo foi realizada por Anderson Hander Brito Xavier (andersonhander@gmail.com), a quem os autores agradecem.

REFERÊNCIAS

- Ayres, F., Sousa, L.V.D., Fonseca, J.F., & Aguilera, A.G.F. (2022). Ensino remoto de física fundamentado pela teoria da objetivação e pela teoria da distância transacional. *ACTIO*, 7(2), 1–22. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n-2.14450>
- Batista, A.N.S., Oliveira, G.P., & Pereira, A.C.C. (2021). A correlação entre a Teoria Vygotskyana e a Teoria da Objetivação no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.34019/2594-4673.2021.v5.31426>
- Hadji, C. (2001). *Avaliação desmistificada*. Porto Alegre: Artmed.
- Moretti, V.D., Panossian, L.P., & Radford, L. (2018). Entrevista: Luís Radford; questões em torno da Teoria da Objetivação. *Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica*, 2(1), 251–272. <https://doi.org/10.14393/OBv2n-1a2018-12>
- Paulo Neto, J.G., & Macedo, D.X. (2023). O uso de mapas conceituais como instrumento avaliativo em uma sequência didática de buracos negros. *ACTIO*, 8(3), 1–23. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v8n3.17098>
- Radford, L. (2015). Methodological Aspects of the Theory of Objectification. *Perspectivas da Educação Matemática*, 8(18), 547–567. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1463>. Acesso em: 8 abr. 2026.
- Radford, L. (2014). De la teoría de la objetivación. (2014). *Revista Latinoamericana de Etnomatemática – Perspectivas Socioculturales de La Educación Matemática*, 7(2), 132–150. Disponível em: <https://revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/123>. Acesso em: 8 abr. 2026.
- Radford, L. (2021). *Teoria da Objetivação: uma perspectiva vygotskiana sobre conhecer e vir a ser no ensino e aprendizagem da matemática*. Tradução de Bernadete B. Morey e Shirley T. Gobara. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 326p.
- Radford, L. (2023a). ¿Qué significa aprendizaje colectivo? ¿Cómo lograrlo em la clase de matemáticas? *Revista Μαθηματικά: epistemologia e educação*, 1, e2023101. <https://doi.org/10.51359/2965-1794.2023.257280>

- Radford, L. (2023b). Política, conhecimento e ética: a necessidade de repensar o ensino e a aprendizagem de matemática. *Educação Matemática Pesquisa: Revista Do Programa De Estudos Pós-Graduados Em Educação Matemática*, 25(2), 45–68. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i2p45-68>
- Sant’anna, I.M. (2011). *Por que Avaliar? Como Avaliar? Critérios e instrumentos*. 15ª Edição, Editora Vozes.
- Silva, R.M., & Almeida, J.R. (2021). Os meios semióticos de objetivação e o pensamento algébrico: uma análise à luz da Teoria da Objetivação. *REMATEC*, 16(39), 19–38. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.19803141.2021.n39.-p19-38.id489>
- Teodosio, E.S., & Scipião, L.R.N.P. (2022). Resolução de equações do segundo grau, à luz da Teoria da Objetivação. *BOCEHM – Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, 9(26), 386–395. <https://doi.org/10.30938/-bocehm.v9i26.8017>
- Vargas-Plaça, J., & Radford, L. (2023a). Uma reconceitualização do professor a partir da Teoria da Objetivação, *Revista OLHARES*, 11(1). <https://doi.org/-10.34024/olhares.2023.v11.14453>
- Vargas-Plaça, J., & Radford, L. (2023b). Teoria da Objetivação: um foco na produção de subjetividades. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 3(3), 1–17, e202311. <https://doi.org/10.54541/-reviem.v3i3.71>
- Villas Boas, B.M.F. (2017). *Portfólio, Avaliação Formativa e Feedback*. In: VILLAS BOAS, B.M.F. (org.) *Avaliação: interações com o trabalho pedagógico*. Campinas, SP: Papirus.
- Xavier, T.K.D., Tavares, M.G., & Bontempo, G.C. (2023). Avaliação do desempenho dos graduandos de ciências biológicas nas disciplinas das ciências exatas: uma visão para além das fórmulas. *ACTIO*, 8(2), 1–21. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v8n2.16873>

Recebido: 18 out. 2025

Aprovado: 11 jun. 2026

DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v11n2.19328>

Como citar:

Souza, N. R., Silva, F. A., & Ayres, F. (2026). Processo avaliativo em mecânica clássica: aplicação de uma avaliação progressiva. *ACTIO*, 11(2), 1-22. <https://doi.org/10.3895/actio.v11n2.19328>

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

