

## CONTRIBUIÇÕES DE UMA ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO DE ERROS PARA A APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

*Contributions of an error treatment strategy for the learning of students of physics of middle school*

**Cristiane Fernanda Vicentim Capelassi** [cristianevicentincapelassi@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica*

*Universidade Federal de Santa Catarina*

*Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

**José Francisco Custódio** [j.custodio@ufsc.br]

*Departamento de Física*

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica*

*Universidade Federal de Santa Catarina*

*Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

*Recebido em: 03/06/2019*

*Aceito em: 24/12/2019*

### Resumo

A pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições de uma estratégia de tratamento de erros para a aprendizagem de estudantes de Física do ensino médio. Ela foi implementada no horário reservado para recuperação de estudos das turmas primeiro ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina. A estratégia foi composta por quatro passos e utilizamos como instrumentos de coleta de dados gravação de áudio e vídeo dos encontros, além de entrevista realizada ao final das implementações. As contribuições dessa estratégia para a aprendizagem de Física foram evidenciadas pelos estudantes nas entrevistas, na qual destacamos sua contribuição para a conscientização e superação do erro cometido, redução do sentimento negativo e culposos sobre ele e melhoria no desempenho de Física devido à estratégia.

**Palavras-chave:** estudo de erros; resolução de problemas; aprendizagem de Física.

### Abstract

The research had as objective to analyze the contributions of didactic activities based on the treatment of errors for the learning of high school Physics students. It was implemented at the time reserved for recovery of studies from the first year of high school classes of the College of Application of the Federal University of Santa Catarina. The strategy was composed of four steps and we used as data collection instruments audio and video recording of the meetings, in addition to an interview conducted at the end of the implementations. The contributions of this strategy to the learning of Physics were evidenced by the students in the interviews, in which we emphasize their contribution to the awareness and overcoming of the committed error, reduction of the negative and guilty feeling about him and improvement in the performance of Physics due to the strategy.

**Keywords:** study of errors; troubleshooting; learning of Physics.

## INTRODUÇÃO

O estudo do erro é considerado como tema de pesquisa multidisciplinar e tornou-se objeto de estudo de muitas áreas como a Física, Matemática, Estatística, História, Direito e Linguística (SOUZA FILHO, 2009). De acordo com Pinto (1998), essa temática não é um assunto recente no contexto educacional e compreende um vasto repertório de teorias. Além disso, são muitas as pesquisas que inferem sobre a importância do erro no processo de ensino e aprendizagem. Macedo (1994), por exemplo, afirma que abordar a questão do erro é um assunto paradoxal. Ao mesmo tempo que a sociedade é rigorosa quanto a ele, em certos momentos ela é complacente a ele. Para exemplificar, o autor argumenta sobre como a escola é rigorosa em cobrar a leitura “certa” dos alunos, mas que fora dela permite-se falar coloquialmente, sem se preocupar com todas as regras linguísticas.

Brick (2012) afirma que a origem dos erros está relacionada às atividades humanas e esse fato propicia o surgimento de erros em diferentes contextos como medicina, computação e no campo educacional. Embora o erro esteja ligado às atividades humanas ele não ocorre exclusivamente devido a elas, caso fosse, não teríamos muito a pesquisar e dizer sobre os erros. Dessa forma, entendemos que no contexto de sala de aula é preciso aprender a conviver com ele, tratá-lo numa dimensão em que o estudante possa aprender a partir dos erros que ocorrem no processo de apropriação do conhecimento. É preciso mudar de perspectiva, pois associamos, quase sempre, características negativas a eles, porque a sociedade condena-os.

Na educação, assim como nas outras áreas, o erro passou a ser objeto de estudo e importante no processo de ensino e aprendizagem. Como argumenta Peron (2009), o professor deve entender o erro como oportunidade de repensar sua prática pedagógica por meio da reflexão, além de entender o erro não como fracasso, mas sim como o caminho para compreender as dificuldades dos alunos e suas causas. Portanto, é importante conhecer a origem do erro no contexto educacional, pois possibilita intervenções mais individualizadas.

Em seu estudo sobre a concepção do erro, Espindola (2009) argumenta que aprofundar-se na temática dos erros cometidos por estudantes em sala de aula proporciona estratégias e possibilidades que contribuam com o processo ensino-aprendizagem, isto é, ele deve ser aproveitado como instrumento. Além disso, como destaca Berti (2005), há potencialidades inerentes desse instrumento no planejamento das atividades docentes, pois visa conhecer e intervir nas dificuldades dos alunos. Para a autora o erro é compreendido como revelador do conhecimento construído por um aluno, já que faz parte do processo de construção do conhecimento. Dentro desse contexto, o erro cometido pelo aluno pode orientar as práticas didáticas-metodológicas do professor que busca explorar as respostas dos alunos.

Logo, encarar os erros na perspectiva de potencialidade, requer questionar-se de vários elementos incluídos no processo de ensino, principalmente relativo a função da avaliação, uma vez que existe a necessidade de que ela, de fato, contribua para o desenvolvimento dos alunos, sendo reguladora deste processo. Portanto, não deve ser praticada como uma interrupção e usada apenas para classificar as respostas em “certas”, “erradas” ou enfatizar apenas o produto, sem explorar os motivos que levaram o aluno a tal resposta. Ao adotar essa prática, dificilmente o professor conseguirá identificar se o aluno está aprendendo. Todavia, se a avaliação for tida como prática de investigação ela assume função importante tanto para o estudante quanto para o professor. Para o primeiro, à medida que busca superar seus erros, desenvolve-se e adquire conhecimento. Para o segundo, traz consequências para o seu planejamento, assim como, no processo de desenvolvimento e avaliação da prática pedagógica. Como resultado, espera-se que o erro seja concebido como meio de desenvolvimento e, por essa razão, inerente ao processo. Ao professor cabe identificá-los, compreender sua natureza e propor ações para que sejam superados (SILVA; BURIASCO, 2005).

Carrijo e Mendes (2017) ao refletirem sobre o papel do erro do aluno na avaliação escolar na disciplina de Química pontuaram que embora os professores tenham consciência da importância do erro no processo de aprendizagem, as práticas ainda são tradicionais quanto ao seu tratamento. Quer dizer, a avaliação e os erros cometidos nela, servem para quantificar o aprendizado, portanto, detém uma prática punitiva. Os autores ainda explicam que quantificar a avaliação em função dos erros e acertos interfere, sobretudo, no processo de motivação, porque “possui a função de simplesmente não motivar aqueles que já estão acostumados ao sucesso e desmotivar ainda mais aqueles que são rotulados como insucesso escolar” (p. 123).

Com efeito, o estudo de erros com a finalidade de melhorar o rendimento escolar refere-se à mudança de postura dos alunos frente ao erro que, por sua vez, perpassa a mudança de atitude do professor, haja vista que necessita-se de um processo dinâmico entre ambos (PINTO, 1998). Portanto, como defende Souza (2006), o desempenho dos alunos não depende apenas de suas capacidades cognitivas, mas de outros fatores como aqueles relacionados ao professor e ao contexto escolar.

A partir dos argumentos expostos acima, concluímos que há um conhecimento sólido na literatura de pesquisa em ensino de ciências sobre o papel do erro na construção do conhecimento em sala de aula. Assim, procuramos analisar as contribuições de uma estratégia de tratamento de erros para a aprendizagem de estudantes de física do Ensino Médio. Para isso, elaboramos atividades didáticas baseadas no tratamento de erros e implementamos em sala de aula de física. Por fim, analisamos as relações entre a implementação de atividades didáticas baseadas no tratamento de erros e a aprendizagem de física desses estudantes.

## **A TEMÁTICA DO ERRO NO CONTEXTO DO ENSINO**

No contexto da aprendizagem escolar, Luckesi (1995) considera que os erros podem ser utilizados positivamente na resolução de problemas. Eles podem atuar como ponto de partida para buscar a solução pretendida e sua superação, na medida em que se conhece suas origens e como são constituídos. Trata-se de os utilizá-los não como castigo, mas como fonte de virtude, uma vez que, trazem benefícios para o crescimento ao dar “a direção do avanço da aprendizagem do aluno e, conseqüentemente, a compreensão do desvio, possibilitando a sua correção inteligente” (p. 57).

Entretanto, Luckesi reitera que não se deve buscar os erros, mas que quando ocorrem, saibamos aproveitá-los para evoluir e aprender e não fazer deles fonte de culpa e castigo. Nesse sentido, o erro ao ser conscientemente elaborado, permite reconstruir, repensar e reestruturar a ideia sobre o assunto abordado na escola. Ademais, acreditamos que isto possa trazer reflexos nas crenças de capacidades dos estudantes. O estudante que experimenta situações de êxito após ter cometido um erro pode fortalecer sua confiança na resolução de problemas de física no futuro (COSTA; BORUCHOVITCHI, 2006).

Abordar os erros no contexto escolar implica em abandonar a visão negativa deles, de que são sinônimos de fracasso e sendo assim, devem ser punidos. Para superá-los não basta repetir exaustivamente exercícios para memorizar a forma correta (SOUZA, 2006). De acordo com Pinto (1998), corresponde, sobretudo, em abandonar essa pedagogia tradicional, uma vez que, se o estudante erra, não se trata apenas de um descuido ou falta de memória, mas possui razões mais profundas. Isto sugere que não basta diagnosticar e corrigir os erros para melhorar o aprendizado, também é preciso compreender as origens que levaram a eles. Dessa forma, é possível promover estratégias mais efetivas em seu tratamento, considerando a necessidade de cada estudante.

Assim, olhar o erro sob uma nova perspectiva exige considerar que muitas falhas não resultam de uma aprendizagem deficiente, mas que as relações sociais têm um papel importante no momento em que a aprendizagem se desenvolve. Em virtude disso, libertar o erro do aluno requer

oportunizar situações em que ele gera autoestima. Em outras palavras, não se refere apenas em lidar com o erro cometido, mas também com fatores relacionados ao próprio aluno. Logo, o professor quando se coloca atento às diferenças e desigualdades da sala de aula promove a cooperatividade e o ambiente torna-se rico de relações e experiências (PINTO, 1998).

Além de trabalhos que refletem sobre a importância do erro em sala de aula, há aqueles que exploram empiricamente os erros nesse contexto, construindo estratégias de tratamento. Uberti e Cury (2011) analisaram as dificuldades apresentadas pelos alunos da sexta série do ensino fundamental nos conteúdos de equações, inequações e sistemas de equações de primeiro grau, bem como avaliaram a possibilidade de utilizar jogos para superá-las. Já Benedetti Filho et al. (2017) elaboraram uma sequência didática baseada no “jogo de 7 erros” e aplicaram para os terceiros anos do ensino médio. No jogo, a comparação entre imagens foi substituída pela interpretação de um texto em que os alunos deveriam procurar por erros na estrutura da molécula orgânica que se encontrava no final do texto.

Silva e Buriasco (2005) refletiram sobre a importância de analisar a produção escrita dos alunos na avaliação, buscando, por exemplo, identificar as estratégias/procedimentos utilizados por eles, além de identificar quais os erros cometem e sua natureza. As autoras argumentaram sobre importância da análise dos erros na avaliação, uma vez que, quando estes são identificados e compreendidos pelo professor torna-se uma possível alternativa didática. Também assinalaram qual a importância dessa análise sob a perspectiva do aluno, pois eles têm a oportunidade de identificar e compreender seus próprios erros, podendo desenvolver processos de verificação e autocorreção com objetivo de superá-los.

No trabalho de Silva (2013) a abordagem para o tratamento de erros se deu através de um Relatório de Reflexão de Erros (RRE) preenchido a partir de provas escritas de matemática. O relatório foi preenchido pelos estudantes de terceiro ano do ensino médio que não conseguiram realizar as questões da prova ou que não responderam de forma satisfatória as questões das provas bimestrais, podendo recorrer a outros materiais para cumprir este objetivo. Basicamente, consistia em encontrar o erro e redigir um pequeno texto explicando seu pensamento, como resolver a questão de forma adequada e apresentar a nova solução. De acordo com o pesquisador, o relatório apresentou-se como uma boa estratégia, pois tornou o erro observável pelo aluno e isto poderia mobilizá-lo a ser proativo na busca de seu aprendizado, além de permitir a sensação de capacidade de resolução de desafios. Silva ainda destacou alguns outros pontos positivos desta estratégia como: oportunizar a retomada de conteúdo, respeitar o tempo de aprendizado de cada aluno e tornar o erro como base para novos aprendizados.

Zamora e Ardura (2014) analisaram como os estudantes de Física do segundo ano do ensino médio de um colégio espanhol utilizaram seus próprios erros para aprender através do processo de localização desses erros e autorregulação retroativa. Este último é baseado no princípio de que o aprendizado é responsabilidade de cada indivíduo e ao professor cabe mediar esse processo. Portanto, visa atender as peculiaridades e necessidades daqueles que aprendem e diz respeito a uma intervenção considerada como reforço, pois é aplicada após uma sequência de ensino. Sendo assim, os autores aplicaram uma unidade didática sobre gravitação com duração de um mês seguida de uma prova escrita com cinco questões teóricas e práticas com objetivos específicos. Após a avaliação do grau de realização dos objetivos alcançados, os estudantes deveriam localizar os erros cometidos, utilizando os materiais que achassem necessário. Contudo, os autores relataram que nessa atividade os erros localizados foram imprecisos e que os estudantes tiveram dificuldades para encontrá-los. Diante disso, eles entregaram uma lista de critérios de correção que indicava com mais detalhes os aspectos que cada questão deveria conter e, dessa forma, obtiveram uma melhora significativa na localização e interpretação dos erros. Com base nos resultados da primeira prova e a lista de critérios, os estudantes elaboraram uma proposta retroativa. Essa proposta era composta por uma lista de atividades que deveriam ser realizadas em uma semana

e que permitissem-lhes trabalhar especificamente os aspectos que cada um mais necessitava. A proposta foi analisada para cada uma das cinco questões com a finalidade de verificar o quão suficiente ela era para atingir os objetivos. Após realizar uma segunda prova, os professores inferiram que os resultados melhoraram, principalmente nas questões teóricas.

Depreende-se dos trabalhos analisados que o erro em sala de aula deve ser percebido de forma positiva e aproveitado para crescimento intelectual do estudante. Todavia, apesar de relevantes e instrutivos, não explicaram ou não deixaram evidente a função do professor na promoção da consciência e superação dos erros, já que as estratégias adotadas consistiram em colocar o estudante como responsável pelo seu aprendizado e em superar seu próprio erro. Em nossa investigação procuraremos explorar esta lacuna, explicitando o papel do professor como ajudador no processo de consciência e superação dos erros.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa se caracteriza como qualitativa pela natureza do nosso problema, pois de acordo com Chizzotti (2003), esta abordagem procura métodos próprios de investigação para tratar um fenômeno, com o objetivo tanto de conferir um sentido, quanto interpretá-los.

A pesquisa foi realizada no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina. A pesquisa não foi realizada no período regular das aulas, mas no horário reservado para recuperação de estudos (RE) da disciplina de Física, com o acompanhamento do professor da turma. Como a RE é uma atividade em que a participação é voluntária, foram convidados os 75 estudantes da primeira série do ensino médio dessa unidade para participar, sendo que 28 participaram pelo menos uma vez dos encontros de recuperação de estudos durante o período de implementação. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética, por intermédio da Plataforma Brasil, na qual obteve aprovação e está identificado sob número CAAE: 88378318.1.0000.0121.

Ao todo foram realizados 16 encontros de RE e as atividades didáticas realizadas em cada encontro foram elaboradas seguindo o rol de conteúdos trabalhados em sala pelo professor das turmas. Elas consistiram em listas de exercícios, confeccionadas pela professora pesquisadora e avaliadas pelo professor da turma. Em seguida, eram disponibilizadas via Moodle para os estudantes que tinham, no mínimo, uma semana para resolvê-las. Além das listas, as provas bimestrais e provas de reavaliação trimestrais, também compuseram as atividades didáticas implementadas.

Nos encontros de RE as atividades didáticas foram propostas a partir de uma estratégia desenvolvida baseando-se no trabalho de Zamora e Ardura (2014) que analisaram como estudantes de Física utilizaram seus próprios erros para aprender. Zamora e Ardura descreveram três passos que permitiriam ao estudante identificar os erros e propor estratégias para superá-los. Diante das potencialidades e limites inferidos por essa experiência, adaptamos essa estratégia ao nosso contexto. Nossa estratégia consistiu não apenas em três passos, mas em quatro, considerando que o inicial se refere ao momento anterior dos encontros de RE.

Passo 0) As atividades, como listas de exercícios e provas, foram realizadas anteriormente pelos estudantes. A partir delas, os pesquisadores analisaram os problemas que os estudantes tiveram maiores dificuldades e os selecionaram para os passos seguintes.

Passo 1) Referiu-se ao momento em que os estudantes tomaram consciência dos seus erros. Os estudantes foram distribuídos em grupos e cada grupo ficou responsável por um problema selecionado no passo anterior. A formação do grupo se deu por afinidade dos próprios estudantes e não a partir de um erro comum entre eles. Para facilitar o processo de analisar o que estava errado no problema, foi entregue o gabarito, bem como, materiais de consulta. O gabarito disponibilizado foi a resposta final do exercício, não as etapas de resolução. Cada indivíduo deveria localizar e

descrever detalhadamente o erro cometido no problema, isto é, o que pensou quando resolveu o problema. Foi previsto um tempo de 15 min para este momento.

Passo 2) O grupo deveria descrever detalhadamente estratégias para solucionar o problema (eliminação do erro detectado no passo anterior), com a ajuda do professor e materiais disponibilizados. Foi previsto um tempo de 15 min para este momento.

Passo 3) Essa etapa consistiu em socializar os resultados para os outros grupos. Um integrante de cada grupo compartilhou o que erraram e porque erraram, bem como a nova solução. É a etapa em que houve uma comunicação do que foi realizado nos passos um e dois. Nesse momento o professor promoveu o feedback do processo. Foi previsto um tempo de 20 min para este momento.

Vale ressaltar que o professor da turma acompanhou todos os encontros de RE, bem como auxiliou no desenvolvimento das atividades. Dessa forma, além das intervenções da professora pesquisadora nos grupos, o professor da turma também realizou intervenções. Essas intervenções foram realizadas sempre que um estudante ou um grupo solicitava ajuda e aquele que estava disponível naquele momento se prontificava em atender.

A produção dos estudantes compreendeu o registro das atividades realizadas durante cada RE no que denominamos de roteiro individual. Esse roteiro foi elaborado a partir da estratégia desenvolvida e adaptada do trabalho de Zamora e Ardura (2014) e foi disponibilizado no início dos encontros para cada estudante. Nele havia, basicamente, as etapas 1, 2 e 3 da estratégia descrita acima. Os problemas que foram tratados nos encontros analisados se encontram no Apêndice A.

Os encontros de RE foram gravados em áudio e vídeo. Esses recursos tiveram como objetivo registrar o diálogo entre os estudantes, a socialização e as intervenções da professora pesquisadora e do professor da turma.

Ao final dos 16 encontros de RE foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 14 estudantes. As entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas posteriormente. Durante as entrevistas os estudantes foram confrontados com suas produções anteriores, como o roteiro individual e atividades didáticas realizadas e, a partir delas, analisaram e refletiram sobre as ações individuais e do grupo ao qual pertenciam.

Os dados produzidos nas entrevistas foram processados com auxílio da Análise Textual Discursiva (ATD). A ATD é descrita como um processo que se inicia com a fragmentação e desconstrução do *corpus* da pesquisa com o objetivo de buscar as unidades de significado. Nem todo o material é utilizado nessa etapa, há recortes daquelas partes que são relevantes e possuem significado para a investigação (MORAES; GALIAZZI, 2006). O objetivo da ATD é compreender o fenômeno investigado e não buscar comprovar hipóteses ou refutá-las. Nesse processo de compreensão, destaca-se a relação existente entre a leitura e significação. Um texto possibilita encontrar outros significados que são influenciados pelas leituras anteriores do autor e dos referenciais a qual ele está inerte. Portanto, permite outras possibilidades de leituras (MORAES, 2003).

## **OS ENCONTROS DE RECUPERAÇÃO DE ESTUDOS E A CONSCIENTIZAÇÃO DOS ERROS**

Embora tenhamos realizado 16 encontros de recuperação de estudos, selecionamos apenas três deles para a descrição. A análise baseia-se nas etapas da estratégia didática: *a) localização do erro; b) nova solução proposta e c) socialização dos resultados*, que correspondem aos passos 1, 2 e 3 da estratégia de tratamento de erros.

## Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas sobre Leis de Newton

Nesse encontro a atividade didática desenvolvida consistiu em problemas sobre Leis de Newton com o objetivo de que os estudantes reconhecessem, identificassem e representassem as forças que atuavam sobre o corpo e aplicassem as Leis de Newton nas situações propostas. No encontro, participaram dez estudantes divididos em dois grupos. Os problemas selecionados foram o Q8 e Q9, cuja aplicação da estratégia de tratamento de erros são descritas a seguir.

**Grupo 01:** Esse grupo foi composto pelas estudantes Isabela, Manuela, Leticia, Heloisa e Luísa que discutiram sobre o problema Q8. No primeiro momento, foi solicitado que, em grupo, localizassem o erro cometido no problema e poderiam, para isso, utilizar o caderno e os livros da disciplina disponíveis na sala. Embora pudessem discutir em grupo, cada qual deveria localizar e descrever detalhadamente o erro cometido, sendo assim, o roteiro foi entregue individualmente.

Embora tivesse ocorrido no início do encontro a explicação sobre como proceder, os grupos ainda tiveram dúvidas quanto ao preenchimento do roteiro e quanto à localização do erro como pode-se verificar no trecho da conversa entre os integrantes desse grupo. A estudante Leticia percebeu que sua resposta apresentava uma incoerência com o gabarito colocado no quadro, porém estava com dificuldade de entender o motivo do seu erro. Ao perceber isso, a professora pesquisadora interveio, como segue no diálogo abaixo:

*Professora Pesquisadora: como você fez o início?*

*Leticia: A oito?*

*Professora Pesquisadora: sim.*

*Leticia: Eu peguei...primeiro eu tirei os dados do problema. Daí eu fiz a fórmula da força. Daí eu fiz para descobrir a aceleração.*

*Professora Pesquisadora: tá, mas de início, você identificou quais são as forças que estão atuando?*

*Leticia: Não.*

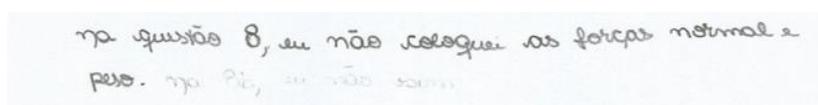
*Professora Pesquisadora: hum, então, olha só, é que esse exercício ele tem uma particularidade, que só tem uma força, não é? Não está lá no desenho?*

*Leticia: Sim*

*Professora Pesquisadora: mas nem sempre isso acontece. Então o que vocês têm que fazer primeiro? Primeiro e representar as forças que estão atuando no corpo. E quais são elas?*

*Leticia: A normal, a peso e a força de atrito.*

Além dessa, outras explicações foram realizadas, principalmente relacionadas com a representação das forças atuantes sobre o objeto em questão. Leticia, por exemplo, evidenciou ter compreendido seu erro no roteiro entregue, como se segue:



na questão 8, eu não coloquei as forças normal e peso. na 9, eu não coloquei.

**Figura 1** - Extrato da produção da estudante Leticia do grupo 01 durante a RE: Problemas sobre Leis de Newton (Extrato retirado do roteiro da estudante Leticia).

Como era um dos primeiros encontros em que essa estratégia tinha sido proposta, os estudantes sentiram dificuldades em identificar e registrar o erro cometido. Claramente não estavam acostumados em dar tanta relevância aos erros cometidos e, muito menos, em escrever o que estavam errando. Assim, as intervenções da professora pesquisadora e do professor da turma foram importantes tanto para identificação do erro quanto para construção da nova solução.

O terceiro momento do encontro consistiu em socializar o que cada grupo errou, como encontrou a nova solução e essa nova solução. Nesse encontro, apenas Manuela se prontificou em apresentar os resultados. Além da estudante que compartilhou os resultados, a estudante Leticia do grupo 01, apresentou seu roteiro com as estratégias adotadas para a resolução.

Parabéns em reconhecer as forças e depois, usá-las, aplique na fórmula ( $F = m \cdot a$ ), determine a aceleração.

**Figura 2** - Extrato da produção da estudante Leticia do grupo 01 durante a RE: Problemas sobre Leis de Newton (Extrato retirado do roteiro da estudante Leticia).

Ainda que ela não tenha apresentado a nova resolução, o procedimento adotado é necessário para resolver o exercício.

**Grupo 02:** Esse grupo foi composto pelas estudantes Alice, Laura, Cíntia, Sofia e Helena que discutiram sobre o problema Q9. Assim como o grupo 01, o grupo 02 também apresentou dificuldades para encontrar o erro cometido. Percebendo a dificuldade do grupo em encontrar o erro cometido pela incompreensão de como realizar a decomposição, foi necessário que a professora pesquisadora realizasse a seguinte intervenção:

*Professora Pesquisadora: Agora que vem a análise, não é toda a força que está sendo utilizada para acelerar o corpo, porque ela tem uma inclinação. Por isso, que vocês têm que fazer a decomposição de forças, porque ela vai ter uma componente em x, que é aquela que está produzindo o movimento. E vai ter uma componente em y.*

Após a explicação, a estudante Alice evidenciou ter entendido o motivo do seu erro, conforme extrato do seu roteiro de resolução do problema apresentado na Figura 3.

Eu errei pois não fiz a decomposição. a) Acelera

**Figura 3** - Extrato da produção da estudante Alice do grupo G2 durante a RE: Problemas sobre Leis de Newton (Extrato retirado do roteiro da estudante Alice).

Em seguida, para que o grupo pudesse elaborar as estratégias para solucionar o problema, realizando a decomposição e encontrar a aceleração do sistema, o professor da turma realizou uma intervenção. Essa intervenção ocorreu após o grupo G2 entrar em acordo que deveriam realizar a decomposição da força exercida no bloco, porém não estavam entendendo como proceder. Um estudante, inclusive, argumentou sobre a necessidade de encontrar o valor da componente em x, mas que não sabia explicar, apenas resolver. Diante da necessidade de ajuda, um dos integrantes chamou o professor da turma para realizar a explicação sobre como deveriam proceder.

A partir do roteiro preenchido foi possível analisar como Alice raciocinou para solucionar o problema.

você pensou quando resolveu a questão).

Eu errei pois não fiz a decomposição. a) Aceleração =  $4 \text{ m/s}^2$

b)  $N = 6,16$

$P = 20 \text{ N}$   
 $l = 20 \text{ N}$   
 $\frac{20 \cdot 0,84}{0,16} = 13,84$   
 $N = 20 - 13,84$   
 $N = 6,16$

$\cos 60^\circ \frac{F_x}{F} = 0,5 = \frac{F_x}{16}$   
 $F_x = 8 \text{ N}$   
 $0,5 \cdot 16 = 1 F_x$   
 $8 = F_x$

$F_R = m \cdot a$   
 $8 \text{ N} = 2 \cdot a$   
 $a = \frac{8}{2}$   
 $a = 4 \text{ m/s}^2$

$\sin 60^\circ = \frac{F_y}{16}$   
 $1,73 = \frac{F_y}{16}$   
 $2 F_y = 27,68$   
 $F_y = 13,84$

$20 = N + 13,84$   
 $20 - 13,84 = N$

**Figura 4** - Extrato da produção da estudante Alice do grupo G2 durante a RE: Problemas sobre Leis de Newton (Extrato retirado do roteiro da estudante Alice).

O extrato demonstra que Alice tomou consciência que seu erro havia sido não ter realizado a decomposição da força nas componentes x e y. Além disso, fica evidente que os procedimentos

realizados no encontro de RE favoreceram a oportunidade para que elaborasse corretamente a nova solução, a partir da compreensão de como realizar a decomposição vetorial.

### Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas sobre Força de Atrito

Nesse encontro, participaram apenas os estudantes Joaquim e Cíntia, resolvendo as questões Q3 e Q5. A professora pesquisadora ajudou Joaquim a entender qual havia sido seu erro, perguntando sobre como ele realizou a resolução.

*Professora Pesquisadora: a massa?*  
*Joaquim: a massa é 70.*  
*Professora Pesquisadora: 70?*  
*Joaquim: ah, eu errei. Coloquei o peso.*  
*Professora Pesquisadora: você colocou o peso.*  
*Joaquim: eu coloquei o peso mas era a massa.*

Neste diálogo, Joaquim percebeu qual tinha sido seu erro. Ele conseguiu chegar na resposta correta nos momentos seguintes quando a professora pesquisadora pede para que refaça o que tinha errado, conforme demonstra o extrato da Figura 5.

Estava calculando utilizando peso e não massa.

$$T - F_{atB} = m_B \cdot a$$

$$T - \Delta B = \boxed{70} \cdot 1$$

$$T - T = 70 + \Delta B$$

$$T = 98$$

→ Peso de B

**Figura 5** - Extrato da produção do estudante Joaquim do grupo 01 durante a RE: Problemas sobre força de atrito (Extrato retirado do roteiro do estudante Joaquim).

Além de ter registrado qual foi seu erro, que evidencia consciência, Joaquim apresentou o cálculo que realizou no problema usando o valor 70 N, que corresponde ao peso do bloco B e não a massa. Joaquim também expressou sua satisfação em solucionar o problema durante o encontro de RE, como segue:

*Joaquim: agora deu certo. Eu troquei peso por massa.*

Ao final do encontro, a professora pesquisadora convidou os estudantes para socializarem o que estavam errando e quais foram as estratégias que utilizaram para solucionar o problema. Lembrou que essa etapa era voluntária, mas que ao dizerem quais foram os seus erros e como solucionaram podia ajudar outros estudantes. O estudante Joaquim socializou indo até o quadro e relatando qual tinha sido seu erro e qual a estratégia utilizada:

*Joaquim: eu estava errando na fórmula porque eu estava usando peso ao invés de massa, aí eu fui ver no exercício e vi que estava errando isso e corriji e acertei a questão.*

Em seguida Joaquim resolveu o problema no quadro, apontando onde havia trocado o valor da massa pelo peso. Ele apresenta essa resolução em seu roteiro:

$$T - F_{atB} = m_B \cdot a^{\rightarrow}$$

$$T - 28 = 7 \cdot 1$$

$$T = 7 + 28$$

$$T = 35$$

**Figura 6** - Extrato da produção do estudante Joaquim do grupo 01 durante a RE: Problemas sobre força de atrito (Extrato retirado do roteiro do estudante Joaquim).

Ele resolveu corretamente o problema, mas não registrou a unidade de medida ao final do cálculo do valor da força de tração e não indicou a operação realizada com as equações. Esses equívocos foram tratados durante a socialização.

### Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas da Prova Trimestral

Nesse encontro de recuperação de estudos os problemas selecionados foram da prova trimestral aplicada em sala de aula pelo professor da turma. Apenas um grupo foi formado nesse encontro, composto pelas estudantes Manuela, Sofia e Isabela que discutiram o erro cometido e a nova resolução a partir do problema Q2 dessa prova.

Após uma discussão no grupo, elas identificaram o erro cometido, como pode ser observado no extrato do roteiro de Isabela na Figura 7.

a) Eu errei a conta  $120+40$  porque fiz de cabeça.

b) Não deu tempo de fazer.

**Figura 7** - Extrato da produção da estudante Isabela do grupo 01 durante a RE: Problemas da Prova Trimestral (Extrato retirado do roteiro da estudante Isabela).

Além de indicar seu erro Isabela acrescenta a informação que não resolvera o problema por completo porque o tempo não foi suficiente para que terminasse. Já Manuela apresentou o argumento exibido no extrato da Figura 8 abaixo.

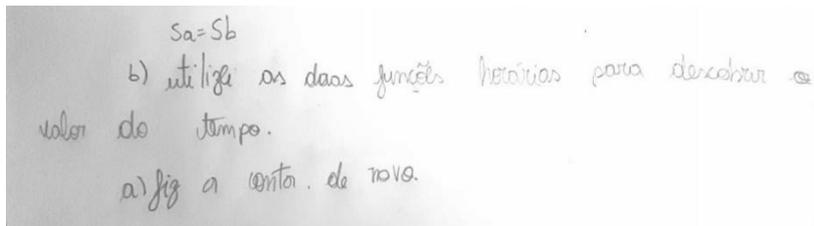
a) Eu errei na conta:  $120+40$ , pois fiz:  $120-40$

b) Não consegui fazer.

**Figura 8** - Extrato da produção da estudante Manuela do grupo 01 durante a RE: Problemas da Prova Trimestral (Extrato retirado do roteiro da estudante Manuela).

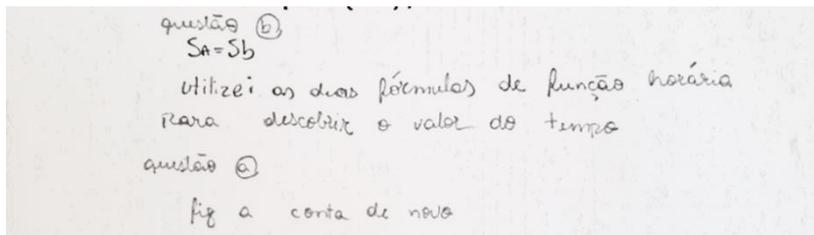
O erro apresentado foi o mesmo evidenciado em sua fala durante a gravação. Sobre esse erro vemos que a estudante pode não apenas ter se confundido em diminuir ao invés de somar os valores, mas não ter compreendido o motivo da soma ou da subtração. Assim como Isabela, Manuela também não resolveu a outra alternativa do problema, mas por não ter conseguido fazer.

No roteiro, Manuela apresentou as estratégias que utilizou para solucionar o problema, conforme Figura 9.



**Figura 9** - Extrato da produção da estudante Manuela do grupo 01 durante a RE: Problemas da Prova Trimestral (Extrato retirado do roteiro do estudante Manuela).

A solução encontrada por Manuela foi realizar os cálculos novamente, pois em sua opinião tinha errado apenas o sinal da operação. Isabela, por sua vez, propôs uma estratégia semelhante a de Manuela, como demonstrado na Figura 10.



**Figura 10** - Extrato da produção da estudante Isabela do grupo 01 durante a RE: Problemas da Prova Trimestral (Extrato retirado do roteiro do estudante Isabela).

Isabela também socializou seus resultados quando solicitada:

*Isabela: a questão que eu fiz foi a dois e eu errei as duas...eu não tinha feito nenhuma das duas questões...eu só tinha feito a a, na real. Daí a a eu errei a conta  $120 + 40$  porque eu fiz de cabeça e na minha cabeça deu 180, mas dá 160. E a b não deu tempo de fazer, eu não entendi. Daí para resolver a a fiz a conta de novo e para resolver a a, na b eu usei as duas fórmulas de função horária, eu botei elas, tipo,  $s a$  igual a  $s b$ . e daí eu usei as duas fórmulas que tinham no problema para saber o valor do tempo para saber o valor da questão.*

Isabela argumentou que resolveu o problema novamente para encontrar o resultado correto e que o resultado correto era o valor de 160 metros, como disponibilizado no gabarito.

Na próxima seção analisaremos como os estudantes avaliaram a estratégia de tratamento de erros em relação à conscientização e superação dos erros a partir das entrevistas realizadas após a implementação da estratégia.

## A CONSCIENTIZAÇÃO E SUPERAÇÃO DOS ERROS NA PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES

Inicialmente, construímos as categorias a partir das unidades de significado, obtidas com as transcrições das 14 entrevistas, nosso *corpus*. A tabela 1 apresenta as categorias de análise e as unidades de significados construídas a partir da desconstrução e reconstrução do *corpus*. Posterior a essa tabela, apresentamos a comunicação da análise realizada, o metatexto construído.

**Tabela 1-** Categorias de análise, unidades de significado e a frequência de extratos de cada unidade de significado.

<b>Categoria</b>	<b>Unidades de significado</b>	<b>Frequência de extratos</b>
Categoria 1: O erro e a aprendizagem de Física	O desempenho na disciplina/provas.	19
	forma que percebe/interpreta o erro.	10
	A relação do erro com o aprendizado.	09
Categoria 2: As etapas das estratégias de tratamento de erros	A socialização do erro.	05
	As resoluções em grupo	03
	A influência do roteiro individual	06
	O treino devido às atividades desenvolvidas	01
	A ajuda (explicações e exposições) do professor da turma e da professora pesquisadora	12
Categoria 3: os sentimentos e emoções experimentadas durante a implementação da estratégia	Os sentimentos e emoções diante do erro.	06

Fonte: a autora (2019).

Essas categorias tem a função de explorar a relação entre as atividades de tratamento dos erros desenvolvidas e a conscientização do erro, desempenho e aprendizado dos estudantes, bem como o impacto nos sentimentos e motivação deles. Na tabela 1, também informamos a frequência com que cada unidade de significado apareceu nas transcrições das entrevistas. Destacamos que a unidade de significado que apresentou maior incidência foi “o desempenho na disciplina/provas”, com 19 extratos das transcrições. Em seguida, temos a unidade de significado “a forma que percebe/interpreta o erro” com dez extratos e “a relação do erro com o aprendizado” com nove extratos. Aparentemente esses foram os efeitos da estratégia mais percebidos e internalizados pelos estudantes. A seguir apresentamos a análise contextualizada dos dados.

### **Categoria 1: O erro e a aprendizagem de Física**

Tal como exposto anteriormente, a unidade de significado “o desempenho na disciplina/provas” obteve maior número de citações. Embora, na entrevista, o estudantes fossem questionados sobre o desempenho individual global após a realização das atividades, houve grande destaque sobre as provas nas falas deles, conforme os extratos a seguir:

*Alice: Todas, porque eu não sabia nada e agora eu tenho um pouco mais, não que eu saiba tudo, mas ultimamente eu tenho achado que eu tenho ido melhor nas provas. Aquela última prova que teve eu sai bem feliz dela, foi por causa das recuperações.*

*Cecília: eu faltei bastante nessas últimas recuperações, mas por exemplo, as de Leis de Newton elas refletiram na minha nota de prova. A minha nota de prova foi bem alta. Então de certa forma refletiu sim.*

*Joaquim: [...] Mas toda vez que eu vim eu trabalhei em cima de uma questão e eu não errei isso na prova seguinte. Não que a minha nota tenha sido melhor, mas não foi um erro que eu cometi.*

Nesses extratos podemos perceber uma mescla de como as atividades desenvolvidas nos encontros de recuperação de estudos influenciaram no desempenho individual na disciplina de Física. Alice e Cecília associaram as atividades desenvolvidas com seus desempenhos em provas. Alice demonstrou otimismo em relação ao resultado da prova, enquanto Cecília relatou um conteúdo em que sua compreensão foi fortalecida nas RE, ocasionando sucesso na prova. Joaquim, mencionou que sua nota na prova não melhorou, mas que a estratégia de tratamento de erros o ajudou evitar os erros que havia cometido anteriormente.

A forma como os estudantes percebem ou interpretaram o erro cometido nas questões também foi bastante citada. Eles enfatizaram que as atividades desenvolvidas ajudaram na tomada de consciência e superação do erro nas resoluções de problemas, como apontam os extratos abaixo:

*Alice: é legal porque dá para ver onde a gente errou e como faz, porque antes eu não percebia onde eu errava e eu sabia refazer por eu não sabia onde eu errava e isso ajuda.*

*Lorena: Ahh, sim. Escrever o que a gente errou, não sei, eu acho que motiva a gente, sei lá. Eu tô errando nisso então, sei lá, vou fazer o exercício de novo e vou focar nisso para não errar.*

*Isabela: Não sei, eu acho que sou uma pessoa muito assim, sempre fui, de ficar meio frustrada quando eu não consigo resolver alguma coisa. mas eu acho que em relação à Física, em relação às listas, aos conteúdos, eu acho que deu uma influenciada para mim tipo, errei, vou tentar fazer de novo, vou tentar mais uma vez. Ajudou um pouco sim. Melhorou nesse sentido.*

*Leticia: Eu acho que isso aconteceu em todas, mais ou menos. Às vezes eu tô na recuperação e daí eu justifico meu erro eu vou na aula e quando eu faço o exercício e vejo que está errado, eu paro e penso “não, eu errei isso daqui”, daí eu vou lá e refaço tudo de novo até eu acertar. Eu consigo ver onde eu errei.*

Depreende-se destes relatos, que para essas estudantes o erro cometido passou a não ser visto como um empecilho para continuar a resolução, pois ao errarem procuram fazer novamente o problema até obter êxito. Essa nova maneira de interpretar o erro cometido se aproxima de uma forma menos culposa do erro, assumindo que ele faz parte do processo de ensino-aprendizagem. Segundo Luckesi (1995), quando há culpa pelo erro cometido, há a projeção de alguma forma de autopunição, o que não percebemos nestas falas.

## **Categoria 2: As etapas das estratégias de tratamento de erros**

O processo de localização e elaboração de estratégias para a superação do erro cometido se relacionaram com a aprendizagem, como destacado nas falas das estudantes Sofia e Isabela:

*Sofia: Sim. Como você escreve por extenso o que errou você consegue absorver melhor.*

*Isabela: eu acho que sim, porque eu tive que pensar mais em como fazer as questões, tanto para botar aí (no roteiro), para apresentar depois para outras pessoas e eu acho que isso ajudou.*

Elas declararam que o processo de preenchimento do roteiro, compreendendo à primeira parte, de localização do erro; e a segunda, de propor as estratégias para solucionar o problema, ajudou na compreensão do conteúdo e na reflexão sobre como resolver um problema específico. Além dessas duas etapas, a socialização também foi citada como forma de conscientização do erro cometido e motivação para superá-lo, como nos extratos a seguir:

*Lívia: Quando eu vejo um erro eu cometi também e ela conseguiu solucionar eu me sinto bem. Aí eu penso, “ah, se ela conseguiu eu também consigo”. Então eu acho legal, eu me sinto capaz. E quando ela comete um erro que eu não cometi, melhor ainda, porque eu não cometi o erro.*

*Alice: é legal porque as outras pessoas também erram, não é só tu.*

Lívia relatou que o fato de observar um outro estudante compartilhando o erro cometido é algo positivo, pois revela que todos podem cometer erros, não apenas um ou outro estudante. Além disso, acompanhar o processo de superação do erro de outra pessoa a faz se sentir capaz de conseguir resolver o problema também.

As resoluções em grupo foram citadas com menor frequência, porém tiveram contribuições importantes para a conscientização e superação dos erros dos estudantes. Lucas, por exemplo, ressaltou a contribuição de Joaquim para a compreensão do erro cometido, como descrito no extrato a seguir:

*Lucas: O grupo eu não sei se ajuda, mas ele dá opinião diferente. É ajuda porque você explica para a pessoa o que tu sabe e o que tu não sabe a outra pessoa te explica. Teve uma vez que eu estava aqui sentado e o Joaquim estava aqui aí eu não li em cima (o enunciado), eu só li as respostas, daí o Joaquim me falou que tinha uma coisa em cima e daí eu entendi porque eu estava errando.*

A ajuda fornecida por Joaquim permitiu que Lucas pudesse superar seu erro, prestando atenção também nas informações do enunciado do problema. Para Lucas a troca de informações e de pontos de vista diferentes favoreceram sua aprendizagem.

Além da ajuda fornecida pelos integrantes do grupo, o preenchimento do roteiro individual também foi citado como um instrumento que contribuiu para o desenvolvimento das tarefas. Isabela, por exemplo, ressaltou aspectos positivos do preenchimento do roteiro.

*Isabela: Ajudou, tipo, no começo eu ficava com preguiça. Mas eu acho que ajudou bastante porque você tem que escrever em etapas, não é só tu pegar a conta e fazer mais ou menos. É como tu fosse explicar para outra pessoa o que tu entendeu, explicar para outra pessoa o que está falando ali, então ajuda.*

Embora Isabela tenha relatado que escrever o erro cometido e as estratégias para solucionar o problema foi um trabalho a mais a ser realizado, compreende que essa atividade ajudou na superação dos erros, já que funcionou como “explicar para outra pessoa”, ativando um processo de reflexão durante a resolução do problema.

Durante os encontros de RE o professor da turma e a professora pesquisadora circulavam entre os grupos fornecendo ajuda, como explicações e exposições sobre o conteúdo. Essa ajuda, de acordo com alguns estudantes, foi importante para aumentar a confiança, como declararam Alice, Isabela e Clara.

*Alice: sim, porque aí eu tinha certeza que eu sabia o que tinha que fazer, porque na aula eu não consigo prestar muita atenção, porque tem muita gente falando, muito barulho. E o professor passa muito mais rápido na sala do que na recuperação. Então vindo aqui sabendo o que tinha que fazer eu ficava mais confiante que eu ia conseguir.*

*Isabela: não sei, sempre que eu venho para cá eu procuro vocês na recuperação e essa última vez, que eu lembro mais porque está mais fresco na memória, eu gosto da recuperação eu gosto de pedir ajuda porque é mais específico, diferente da sala. Na sala eu tô lá com todo mundo, eu tenho vergonha de perguntar, às vezes. Ou tem uma pessoa que já entendeu na sala ou mais de uma pessoa, aí tem aquela coisa de perguntar de novo, fica chato. Aí quando eu venho aqui eu peço ajuda individualmente é melhor, eu aprendo melhor e eu me sinto mais confiante.*

*Clara: Quando o professor ou você faz o exercício comigo. Tem o negócio de ler junto, de pegar todas as informações e daí substituí. Mas na hora da prova, quando eu vou fazer um exercício sozinha eu tenho que lembrar que tenho que ler o exercício, pegar os dados e daí eu me sinto mais capaz, eu consigo entender um pouquinho melhor.*

As três estudantes ressaltaram que se sentiram mais confiantes e capazes de resolver problemas de Física porque o atendimento era mais individualizado e sem distratores, fazendo com que ficassem mais à vontade para expor dúvidas e eventuais erros.

### **Categoria 3: os sentimentos e emoções experimentadas durante a implementação da estratégia**

Outro aspecto importante analisado no processo de tratamento dos erros dos estudantes foram os sentimentos e emoções experimentados ao cometerem erros e como isso mudou depois das atividades. Esta situação é exemplificada nos relatos de Sofia, Alice, Leticia e Helena:

*Sofia: A gente fica meio sem motivação quando erra alguma coisa boba assim.*

*Alice: [...] fiquei um pouco menos agressiva comigo mesma.*

*Leticia: Eu tenho dedicado muito mais para Física, então eu faço exercícios todos os dias. E.. é só isso, eu tiro minhas dúvidas também. Eu não me sinto mais mal, eu sei que errar é humano, sabe? Não tem porque eu me sentir mal errando uma coisa.*

*Helena: Facilitou quando eu consegui raciocinar “ah, foi isso que eu fiz errado”, tipo, na hora eu não consegui entender de jeito nenhum o que eu estava errando a matéria e aí eu comecei a chorar de desespero. Mas aí quando você falou “escreve”, eu comecei a pensar passo a passo o que eu poderia ter feito errado e encontrei e facilitou muito. Tanto que eu não chorei mais na aula, então facilita.*

Sofia deixou claro que reduz sua motivação quando erra, principalmente quando o erro é banal. Provavelmente, a estudante criou condutas de evitação em relação à tarefas que envolvem as situações que cometeu erro, já que suas crenças nas capacidades individuais diminuíram e, conseqüentemente, a sua motivação (COSTA; BORUCHOVITCHI, 2006). Alice relatou que mudou a atitude consigo mesma depois das RE, cobrando menos de si quando erra. Já Letícia foi mais contundente, afirmando que não se sente mais mal com seus erros. Leticia deve ter internalizado que o erro faz parte do processo, portanto não pode obstruir a aprendizagem. Helena, por sua vez, ressaltou que escrever cada etapa permitiu que compreendesse melhor o erro cometido e facilitou encontrar a nova solução. Para Helena, o impacto do tratamento dos erros não se restringiu aos aspectos cognitivos. Antes das RE, ela relata que experimentava sentimentos de fracasso com o bloqueio gerado pela incompreensão do conteúdo, mas após, em especial pela intervenção da professora da pesquisadora, não chorou mais ou se desesperou. Helena parece ter tomado consciência, por intermédio da estratégia de tratamentos de erros, que bloqueios são naturais no processo de aprendizagem, mas que se tiver confiança em si, pode superá-los.

Em suma, todos os estudantes relataram pontos positivos sobre as atividades realizadas e como elas contribuíram para localizar e se conscientizar sobre o erro cometido, favorecendo a aprendizagem dos conteúdos envolvidos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tradicionalmente, o erro é considerado um elemento a ser evitado a todo custo no processo de aprendizagem. O valor da aprendizagem é dimensionado em termos da ausência de erros em provas ou outras atividades didáticas analisadas pelo professor, o que geralmente dirige a atenção dos alunos apenas para nota obtida. Isto gera indiferença/frustração em relação aos erros cometidos ou às aprendizagens mal estabelecidas. Este proceder conduz à visão do erro como motivo de punição do aluno, exilado da possibilidade de atuar como fonte da aprendizagem.

A fim de colaborar com a defesa de uma perspectiva positiva do erro no processo de aprendizagem, apresentamos, neste artigo, resultados de uma investigação que buscou evidenciar as contribuições de uma estratégia didática para o tratamento de erros, implementada com estudantes de Física do primeiro ano do ensino médio. Diferentemente de boa parte da literatura, que se centra em estratégias que colocam os estudantes como responsáveis por localizar e superar seus próprios erros, enfatizamos o papel do professor. Apoiamo-nos na ideia que a apropriação de novos

conhecimentos, com reconhecimento e superação de erros, depende de ações propostas pelo professor com o objetivo de orientar a aprendizagem na direção correta, oferecendo ajudas ajustadas (CUSTÓDIO, et al, 2013).

Em nossa estratégia, o professor da turma e a professora pesquisadora fizeram intervenções nos grupos para ajudar os estudantes tanto para se conscientizar sobre o erro cometido quanto para propor a nova solução. Conforme ressaltado nas entrevistas, os estudantes consideraram a ajuda do professor da turma e da professora pesquisadora importante para que pudessem localizar e superar o erro cometido e, quando isso acontecia, se sentiam mais capazes e confiantes para resolver outros problemas. Nosso resultado está de acordo com Barros e Villani (2004) quando argumentam que, em trabalhos em grupos, o professor deve proporcionar um ambiente que os estudantes possam contar com a ajuda docente quando necessário, levando em consideração os saberes dos estudantes.

Devido às suas potencialidades, nos baseamos no trabalho de Zamora e Ardura (2014) para elaborar uma estratégia de tratamento de erros. Todavia, consideramos que as contribuições para aprendizagem dos estudantes apontadas em nossos resultados se referem a um contexto mais próximo da realidade de sala de aula. Nossos resultados apontam para possibilidade de adaptação da estratégia aplicada também para o contexto das aulas regulares de Física. Os estudantes relataram que escrever o erro cometido e a nova solução permitiu que se conscientizassem sobre o erro, ao mesmo tempo que reduziu sentimentos negativos e de culpa. Além disso, destacamos em diversos relatos de que o desempenho na disciplina de Física melhorou por causa da estratégia.

Como algumas etapas compunham o processo avaliativo da disciplina, acreditamos que nosso trabalho também permitiu tratar a avaliação de forma diferente, deixando de ser apenas classificatória. Avaliamos o processo, pois como os estudantes não chegaram ao resultado esperado, a estratégia possibilitou retornar à estágios anteriores e analisar em que parte houve erro para corrigi-lo. Quer dizer, a avaliação tornou-se diagnóstica e processual. O estudante pôde vir a enxergar a avaliação sob uma perspectiva diferente, não como algo punitivo, mas que realmente possibilite seu crescimento ao longo do processo (LUCKESI, 1995). Nas entrevistas evidenciamos relatos de que a estratégia contribuiu com a aprendizagem e a nova forma de interpretar o erro cometido, então houve mudança na perspectiva de que a avaliação é algo punitivo através da quantificação dos erros.

Apesar dos resultados favoráveis à aprendizagem dos estudantes com o uso da estratégia de tratamento de erros, convém destacar alguns cuidados em relação à sua implementação. A socialização não ocorreu como planejado, pois ocupou um tempo muito pequeno em algumas RE e em outras acabou não ocorrendo. Atribuímos isto ao tema ainda delicado que abordamos. O medo de errar e mais do que isso compartilhar o erro cometido pode ter influenciado muitos estudantes a se recusarem a socializar a solução. Ainda, compartilhar significa se expor e muitos relataram não gostar desse tipo de atividade. Como forma de contornar esta situação, em todos os encontros ressaltamos que realizar as atividades, participar dos encontros e da estratégia era uma escolha de cada um, não forçávamos a participação, apenas a incentivávamos. Porém, o receio inicial dos estudantes não diminuiu em nada a importância do momento de socialização em nossa estratégia, que foi eficaz para fomentar a conscientização de que todos erram e que era possível aprender com o erro cometido por outro colega.

Por fim, ressaltamos a necessidade da realização de mais pesquisas empíricas sobre o tratamento de erros, em particular na sala de aula. Acreditamos que tais pesquisas poderão contribuir para a melhoria da aprendizagem dos estudantes do ensino médio, mas também ajudá-los a serem mais confiantes neste processo, não percebendo o erro como obstáculo, mas como uma etapa na construção do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- Barros, M. A.; Villani, A (2004). A dinâmica de grupos de aprendizagem de física no ensino médio: um enfoque psicanalítico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 2, p.115-136, ago. 2004. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/532/327>
- Benedetti Filho, E.; Benedetti, L. P. dos S.; Fiorucci, A. R.; Mota, J. da S.; Pinho, E. C. de. (2017). Proposta de uma sequência didática focada na leitura de textos e no jogo de sete erros químicos para o ensino do nível representacional de química orgânica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p.261-278, dez. 2017. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID417/v12\\_n6\\_a2017.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID417/v12_n6_a2017.pdf)
- Berti, N. M. (2007). *A análise do erro sob a perspectiva didático-pedagógica no ensino-aprendizagem da matemática: um estudo de caso na 5 série*. Ponta Grossa, PR, 2007. 111p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Brick, E. M. (2012). *Os "erros" no ideário dos professores de Física: possíveis contribuições para o ensino*. Florianópolis, SC, 2012. 225p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- Carrijo, A. R. D.; Mendes, A. N. F. (2017). Avaliação da aprendizagem e o erro construtivo no ensino de química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p.121-137, ago. 2017. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID407/v12\\_n6\\_a2017.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID407/v12_n6_a2017.pdf)
- Costa, E. R. da.; Boruchovitch, E. (2006). A auto-eficácia e a Motivação para Aprender: considerações para o desempenho escolar dos alunos. In: AZZI, R.G.; POLYDORO, S.A.J. (Org.). *Auto-eficácia em Diferentes Contextos*. (p. 87-109). Campinas: Alínea.
- Custódio, J. F.; Alves Filho, J. de P.; Clement, L.; Richetti, G. P.; Ferreira, G. K. (2013). Práticas didáticas construtivistas: critérios de análise e caracterização. *Tecné, Episteme y Didaxis*, v. 1, n. 33, p.11-35, jan. 2013. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n33/n33a01.pdf>
- Espindola, N. A. (2009). *A concepção do erro como uma estratégia de revisão do processo de ensino e aprendizagem em matemática do nível fundamental*. Lajeado, RS, 2009. 96p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates.
- Luckesi, C. C. (1995). Prática Escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude. In: LUCKESI, C. C. (Org.). *Avaliação da aprendizagem escolar*. (p. 48-59). São Paulo: Cortez Editora.
- Macedo, L. de. (1994) Para uma visão construtivista do erro no contexto escolar. In: MACEDO, L. de. *Ensaio Construtivistas*. (p. 65-81) São Paulo: Casa do Psicólogo Livraria e Editora Ltda.
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p.191-211, out. 2003. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>
- Moraes, R; Galiuzzi, M. do C. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p.117-128, abr. 2006. Acesso em 18 mai., 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>

Peron, L. D. C. (2009) *Um processo de pesquisa em colaboração e a formação continuada de professora de matemática a respeito dos erros de seus alunos*. Maringá, PR, 2009. 239 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá.

Pinto, N. B. (1998) *O erro como estratégia didática no ensino da matemática elementar*. São Paulo, SP, 1998. Tese (Doutorado em educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

Silva, A. G. O. (2013) *Aprendizagem consciente: o relatório de reflexão dos erros (RRE) como alternativa pedagógica*. Londrina, PR, 2013. 144 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina.

Silva, M.C.N.; Buriasco, R.L.C.de. (2005) Análise da produção escrita em matemática: algumas considerações. *Ciência e Educação*. v. 11, p.499-512, 2005. Acesso em 01 de jun. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n3/11.pdf>

Souza Fiho, M. P. (2009) *O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo*. Bauru, SP, 2009. 230p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista.

Souza, L.F.N.I.de. (2006) Crenças de Auto-eficácia Matemática. In: AZZI, R. G.; POLYDORO, S.A. J. (Org.). *Auto-eficácia em Diferentes Contextos*. Campinas: Alínea, 2006. Cap.5, p. 111-126.

Uberti, A.; Cury, H. (2011) Uso de jogos e análise de erros em resoluções de equações: uma experiência com alunos de 6 série do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 4, n. 2, p.1-19, mai/ago, 2011. Acesso em 01 de jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/860/696>

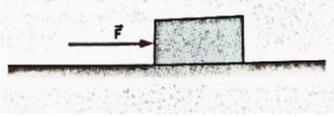
Zamora, Á; Ardura, D. ¿En qué medida utilizan los estudiantes de Física de Bachillerato sus propios errores para aprender? Una experiencia de autorregulación en el aula de secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 32, n. 2, p.253-268, 3 jun. 2014. Acesso em 01 de jun. 2019. Disponível em: <https://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n2-ardura-zamora/1067-pdf-es>

## APÊNDICE A

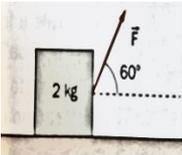
### Problemas Discutidos nos Encontros

#### Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas sobre Leis de Newton

Q8) Considerando-se um corpo de massa igual a 6 kg em repouso sobre um plano horizontal perfeitamente liso. Aplica-se uma força horizontal  $F = 30$  N sobre o corpo conforme a figura. Admitindo-se  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine: a) a aceleração do corpo; b) a reação do plano de apoio.

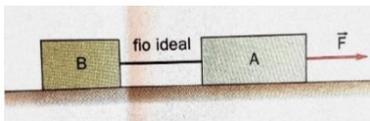


Q9) Consideremos um corpo de massa igual a 2kg inicialmente em repouso sobre um plano perfeitamente liso. Sobre o corpo para atuar uma força  $\vec{F}$  de intensidade 16 N, conforme indica a figura. Admitindo-se  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine: a) a aceleração do corpo; b) a reação normal do plano de apoio.



#### Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas sobre Força de Atrito

Q5) Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 3 kg e 7 kg, apoiam-se sobre uma mesa horizontal. O coeficiente de atrito entre os blocos e a mesa vale 0,4. Aplica-se ao bloco A uma força horizontal constante de intensidade  $F = 50$  N. Sabendo-se que  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine; a) a aceleração comunicada ao sistema; b) a intensidade da força tensora na corda.



#### Encontro de Recuperação de Estudos: Problemas da Prova Trimestral

Q2) Dois móveis, A e B, percorrem uma trajetória retilínea conforme as funções horárias a seguir. Móvel A  $\rightarrow S_A = -40 + 30t$  e Móvel B  $\rightarrow S_B = 120 - 10t$ . Sendo a posição  $S$  em metros e o tempo  $t$  em segundos, determine: a) A distância entre os móveis no instante  $t = 0$ ? b) O instante de encontro dos dois móveis?