

## LETRAMENTO CIENTÍFICO E O DESAFIO DA GARRAFA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOB A ÓTICA DE VYGOTSKY

*Scientific literacy and the bottle challenge: a didactic sequence under Vygotsky's perspective*

**Ingrid de Souza Siqueira** [[ingrids.uenf@gmail.com](mailto:ingrids.uenf@gmail.com)]

*Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*

*Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque Califórnia Campos dos Goytacazes - RJ*

**Caroline Marianne Monteiro** [[carolinejsmonteiro@hotmail.com](mailto:carolinejsmonteiro@hotmail.com)]

*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*R. Antônio Barros de Castro, 119 - Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ*

**Aline Chaves Intorne** [[aline.intorne@ifrj.edu.br](mailto:aline.intorne@ifrj.edu.br)]

**Paulo Victor Santos Souza** [[paulo.victor@ifrj.edu.br](mailto:paulo.victor@ifrj.edu.br)]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, campus Volta Redonda  
Rua Antônio Barreiros 212, Volta Redonda-RJ*

*Recebido em: 03/08/2023*

*Aceito em: 05/12/2023*

### Resumo

O letramento científico (LC) é essencial para exercer a cidadania em uma sociedade dependente dos avanços da ciência para a sua prosperidade e sustento. Mesmo que indispensável, poucos são os discentes que têm tal característica plenamente desenvolvida. Por isso, o objetivo desse trabalho foi investigar o LC sob a ótica da aprendizagem de Vygotsky, de alunos do ensino médio após a aplicação de uma sequência didática, que utilizou gamificação e interdisciplinaridade em uma abordagem que uniu biologia, física e robótica para explorar o desafio da garrafa presente nas mídias sociais. Após seis atividades, síncronas e assíncronas, as respostas dos alunos a questão “Cite o que você aprendeu ao participar das atividades” foram avaliadas por meio da análise do conteúdo de Bardin, observando-se que 70% conseguiram alcançar alguma competência do LC. Refletindo-se sob as ideias de Vygotsky, temas abordados durante a proposta migraram da zona de desenvolvimento potencial para a zona de desenvolvimento real, o que auxiliou a aprendizagem. Porém, considerando a pesquisa baseada em design, um dos marcos teóricos desse trabalho, espera-se que a sequência seja aperfeiçoada e reaplicada, visando melhores resultados.

**Palavras-chave:** Gamificação; Interdisciplinaridade; Vygotsky; Letramento científico; DBR.

### Abstract

Scientific literacy is essential to exercise citizenship in a society dependent on scientific advances for its prosperity and sustenance. Even if indispensable, few students have this feature fully developed. Therefore, the objective of this study was to investigate scientific literacy through the perspective of Vygotsky's learning among high school students after the application of a didactic sequence that employed gamification and interdisciplinarity combining biology, physics, and robotics to explore the social media's “bottle cap challenge”. After six synchronous and asynchronous activities, the students' responses to the question "State what you have learned from participating in these activities" were evaluated using Bardin's analysis. It was observed that 70% were able to achieve some level of scientific literacy competency. Reflecting on Vygotsky's ideas, themes addressed during the proposal transitioned from the zone of potential development to the zone of real development. However, considering design-based research approach, one of the theoretical frameworks of this work, it is expected that the sequence will be refined and reapplied, aiming for better results.

**Keywords:** Gamification; Interdisciplinarity; Vygotsky; Scientific literacy ; DBR.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico impacta diariamente a vida de todos os cidadãos, porém, os conhecimentos pouco permeiam o cotidiano das pessoas, o que é refletido em sala de aula (Venezuela, 2008). Para que o jovem exerça a sua cidadania plenamente na sociedade moderna, é necessário que ele compreenda a ciência e a tecnologia, por isso, o promover o letramento científico (LC) é importante (Mamede & Zmmermann, 2005). Segundo o Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), da Organização para a Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE), LC é:

“[...] a capacidade de se envolver com as questões relacionadas à ciência e à ideia de ciência, como cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências para explicar fenômenos, avaliar e planejar investigações e interpretar dados e evidências cientificamente.” (Brasil, 2020).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o LC é tido como:

“[...] capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (Brasil, 2017, p. 273).

Esses documentos expõem a necessidade do estímulo ao LC na sala de aula. Ainda, ao analisar os dados do PISA sobre o ensino de ciências, observa-se que apenas 1% dos alunos brasileiros participantes conseguiram usar seus conhecimentos científicos em uma diversidade de problemas e situações levantados. Outros trabalhos, como o de Dantas e Deccache-Maia (2020) reafirmam esses achados. Segundo o levantamento bibliográfico feito por Cabral e Ávila (2022), grande parte dos trabalhos que tem como norte LC e foram publicados em revistas de educação no quadriênio de 2013-2016 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), expõem o quão baixo ainda é essa competência na população brasileira. Os autores fazem também uma crítica sobre a necessidade de mais publicações a respeito do LC.

Há necessidade de repensar o ensino e a aprendizagem com foco no LC, o que reflete na formação cidadã dos discentes (da Silva & de Carvalho, 2017; Dantas & Deccache-Maia, 2020). Um dos pontos trazidos por Lovato, de Christo, Paglirini, Rosa e Bartholomei-Santos (2018) é que a falta de interesse do aluno em construir seu processo de ensino-aprendizagem pode estar ligada aos métodos tradicionais promovidos na escola. Já Leite e Bonamino (2021) também associam essas falhas ao distanciamento entre as disciplinas que trabalham o conhecimento científico. Para sanar tais questões, podemos refletir sob as metodologias ativas da gamificação e sob a interdisciplinaridade.

A gamificação tem se expandido com a possibilidade de melhorar a motivação e o engajamento dos alunos, sendo trabalhada através da aplicação de elementos presentes nos jogos, o aprendizado então é promovido com diversão e cooperação (Fardo, 2013). Para Studart (2022), a gamificação é uma estratégia mais atraente, uma vez que suas experiências têm capacidade de prender a atenção e envolver indivíduos para que alcancem objetivos e resolvam problemas. Oliveira, Santos, Carvalho e Silva (2023) defendem que a gamificação tem um enorme potencial para cooperar com o ensino e a aprendizagem do aluno, podendo desempenhar um importante papel na promoção do LC, ajudando a tornar a ciência mais acessível e compreensível. Os elementos presentes nos jogos podem ser usados em contextos científicos, oferecendo experiências interativas que estimulam o interesse e a participação do estudante. Essa abordagem ajudaria no fortalecimento da compreensão de conceitos científicos, pensamento crítico e tomada de decisão (Brazil & Baruque, 2015).

Os elementos lúdicos e as recompensas intrínsecas dos jogos despertam interesse, com isso há motivação para se realizar tarefas cotidianas com uma abordagem mais prática e imersiva (Brazil & Baruque, 2015). O uso da gamificação junto a uma abordagem interdisciplinar possibilita trabalhar diversas questões do dia a dia e muito curiosas em sala de aula (Vestena & Bem, 2020).

A interdisciplinaridade tem como princípio unir diferentes disciplinas do currículo em um trabalho que tenha um tema complexo como norteador. Assim, em conjunto, múltiplos campos de estudo buscam chegar a um ponto comum (Brasil, 2013). Em 1987, Freire já falava na sua obra “A pedagogia do oprimido” sobre a tarefa do educador em trazer a interdisciplinaridade para a sala de aula (Freire, 1987). O uso dessa abordagem abre um leque de opções para o aluno trabalhar temas mais densos e profundos (Cruz & Bourguignon, 2020; Da Silva & Nobre, 2021).

Ao integrar elementos de gamificação em um trabalho interdisciplinar, favorece-se o ensino-aprendizagem que contempla o LC (Wiertel, 2016). Segundo Lovato, Michelotti, Silva e Loretto (2018), usar metodologias ativas pode estimular o engajamento do aluno, uma vez que gera motivação, criatividade, trabalho em equipe e criticidade, competências necessárias para exercer a cidadania. Nesse trabalho, utilizou-se o conceito de aprendizagem de Lev Vygotsky.

Vygotsky (2007) assume que o aprendizado está ligado aos contextos cultural, histórico e social do indivíduo. Além de considerar o meio em que o indivíduo está inserido, é preciso que ele interaja com esse meio, já que o aprendizado se dá por interação social. Vygotsky diz ainda que todo o aprendizado se constrói dessa forma, mesmo aqueles que parecem ser individuais, já que até a linguagem é social e culturalmente construída, de modo que a troca com o outro e com o meio é essencial. Na teoria de Vygotsky, a interação entre os estudantes e a mediação do professor têm um papel extremamente importante no desenvolvimento do sujeito (Cardoso & Sardinha, 2016).

Outro elemento importante da teoria Vygotsky são as funções psicológicas superiores (FPS) - as experiências que o sujeito adquire ao longo da vida tendo em vista sua interação com o mundo mediante conceitos físicos e simbólicos (de Souza & de Andrada, 2013). São consideradas FPS: percepção, atenção, compreensão, memória, linguagem, orientação, praxias, funções executivas, raciocínio e metacognição (Veronezi *et al.*, 2005). Essas funções podem ser exploradas de diversas maneiras a depender dos métodos e abordagens utilizadas, inclusive através da interdisciplinaridade e gamificação.

Considerando o exposto, o presente trabalho tem por objetivo relatar os resultados da aplicação de uma sequência didática gamificada e interdisciplinar para promover o LC. A pesquisa baseada em design (DBR) foi utilizada como metodologia de pesquisa e subsidiou o design inicial da sequência e sua avaliação. A aplicação se deu em uma instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) durante o segundo semestre de 2022 e os resultados foram obtidos a partir da análise de conteúdo de Bardin (BARDIN, 2011).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A aplicação da Pesquisa Baseada em Design (DBR) consiste no planejamento, aplicação e avaliação, e, a depender dos resultados, o redesenho pode ser reaplicado com alterações da proposta para que o resultado da próxima aplicação seja mais assertivo, o que gera um ciclo de melhoramento. É importante destacar que a DBR valoriza a teoria e a prática na mesma proporção afim de que o processo de ensino-aprendizagem do aluno ocorra efetivamente, trazendo um olhar crítico e uma formação cidadã (Kneubil & Pietrocola, 2017). Apesar de não estar associada a uma única teoria da aprendizagem, neste trabalho, o processo de design foi respaldado pela teoria de Vygotsky e sua concepção sobre o que é aprender (MILANI *et al.*, 2020).

O Quadro 1 traz um resumo das atividades desenvolvidas pelos alunos. O tema utilizado foi o “Desafio da Garrafa”, uma brincadeira muito popular nas mídias sociais virtuais que consiste em jogar uma garrafa de água e tentar fazer com que ela caia em pé. Os alunos estudaram conceitos de biologia, física e de robótica para compreender o desafio e tentar realizá-lo. A elaboração detalhada da sequência didática utilizada com os alunos foi descrita por Monteiro e colaboradores (2022) (Quadro 1).

**Quadro 1.** Resumo das atividades realizadas com os alunos.

<b>Resumo das atividades</b>	
1)	Assíncrona: Alunos respondem a questionário sobre os principais conceitos estudados na sequência.
2)	Síncrona: O professor conduz a discussão dos conceitos abordados no questionário a partir das respostas dos alunos. Ao fazê-lo, escolhe uma ou duas respostas oferecidas pelos estudantes e solicita que eles avaliem se as respostas estão ou não corretas; em seguida, explica a definição científica dos conceitos. Eles assistem um vídeo do "Desafio da garrafa". A turma discute sobre que fatores influenciariam o desafio. Os alunos tentam realizar o desafio.
3)	Assíncrona: Alunos têm acesso a vídeos instrucionais sobre tais conceitos e podem ver suas respostas iniciais novamente e modificá-las, justificando.
4)	Síncrona: O Professor conduz uma discussão sobre os requisitos para realizar o "Desafio da garrafa" e para programar um robô capaz de vencê-lo. Ao fazê-lo, constrói junto com os alunos um conjunto de correlações entre o desafio realizado por humanos e por robôs. Os alunos consultam referências sobre o assunto.
5)	Síncrona: Em duplas, os alunos competem para realizar o "Desafio da garrafa" com o robô. O professor conduz uma discussão sobre o que é necessário para o robô realizar o desafio, enfatizando elementos próprios da programação do robô e rediscutindo as equivalências e diferenças entre o desafio para robôs e para humanos.
6)	Assíncrona: Em duplas, os alunos gravam um vídeo de até 1 minuto, onde explicam de maneira criativa o que é preciso para vencer o desafio da garrafa. Duplas postam os vídeos e comentam nos vídeos uns dos outros. Alunos preenchem um questionário de aproveitamento.

**Fonte:** Adaptado de Monteiro *et al.*, 2022.

Retomando a visão de Vygotsky, no Quadro 2 são apresentadas as FPS presentes na sequência didática.

**Quadro 2.** Funções Psicológicas Superiores presentes na sequência didática.

<b>FPS Estimulada</b>	<b>Descrição Sintética</b>	<b>Elementos da Sequência Didática</b>
Percepção	Processo cujo objetivo é codificar e coordenar as várias sensações elementares e atribuir-lhes um significado.	Visualizar vídeos com pessoas tentando realizar o "Desafio da garrafa" no intuito de tentar perceber que variáveis estavam envolvidas na realização do desafio.
Atenção	Processo do qual se seleciona aquilo que se percebe	Ao visualizar os vídeos, os alunos selecionaram elementos que julgaram ser relevantes na realização do desafio e que, portanto, mereciam atenção.
Compreensão	Processo que se procura entender os fenômenos que chamam a atenção e representa a articulação entre diversos elementos, como análise e reflexão.	Compreender como as variáveis que influenciavam o lançamento da garrafa, se articulavam entre si e influenciavam umas às outras, resultando em sucesso ou fracasso.
Memória	Processo que permite codificar, armazenar e recuperar informações posteriormente.	Lembrar que fatores eram relevantes para o desafio, tanto para humanos quanto para robôs. Explicar no formulário final o que aprenderam.

Linguagem	Processo que estabelece o relacionamento entre códigos e significados de objetos do mundo exterior.	Expressar verbalmente e por escrito, gravar vídeos, participar de discussões, discutir com a dupla sobre táticas para vencer o desafio.
Praxias	Capacidade de fazer movimentos intencionais e voluntários de maneira organizada.	Lançar a garrafa e programar o robô para que também realizasse o desafio.
Raciocínio	Processo por meio do qual executam-se funções relacionadas à estratégia, lógica, planejamento e resolução de problemas.	Intercambiar elementos que influenciavam o desafio para humanos e robôs, traçando estratégias para vencer.
Metacognição	Autorregular e elaborar estratégias que potencializam a cognição.	Repetir os lançamentos depois de discutir com os colegas o que precisaria ser modificado, visando o sucesso na realização do desafio.

**Fonte:** Os autores a partir (Tosta, 2012) e (Watanabe & Funahashi, 2014).

O desenvolvimento da sequência didática também foi fortemente influenciado pelas ideias de mediação de Vygostky. A mediação é entendida como o processo por meio do qual o sujeito adquire conhecimentos. Esta aquisição, tipicamente, ocorre através das relações pessoais do sujeito e sua interação com o meio (de Souza & de Andrada, 2013). Na construção da proposta, um ponto central consistia em maximizar as possibilidades de mediação, seja pela interação entre os estudantes, entre os estudantes e os professores tutores, entre os estudantes e os monitores do laboratório de robótica etc. A mediação abarcou a leitura, a análise de textos, a assistência e análise de vídeos instrucionais. Este processo está fortemente concatenado ao conceito de zona de desenvolvimento da teoria de Vygostky (Chaiklin & Pasqualini, 2011), um outro elemento influenciador da sequência desenvolvida.

O conceito de zona de desenvolvimento se estratifica em: zona de desenvolvimento real, associada ao conjunto de conhecimentos e competências que, de algum modo, já estão consolidados no indivíduo; zona de desenvolvimento potencial, que reflete aquilo que o aluno pode ser enquanto sujeito que aprende; e a zona de desenvolvimento proximal, que estabelece uma conexão entre as outras duas zonas e corresponde a um amplo conjunto de interações, que levará o sujeito de um estado caracterizado por menor conhecimento e competência (zona de desenvolvimento real) ao um estado caracterizado por maior conhecimento e competência (zona de desenvolvimento potencial). O formato destas interações é bastante abrangente, podendo envolver desde a interferência do professor que propõe perguntas ou uma situação problema até uma competição ou jogo com fins didáticos (Chaiklin & Pasqualini, 2011).

Neste trabalho, dentre as várias atividades realizadas e conteúdos produzidos pelos alunos, nos concentramos em analisar exclusivamente as respostas a seguinte pergunta do questionário respondido assincronamente pelos alunos após o término das atividades: “Cite o que você aprendeu ao participar das atividades”. O questionário foi disponibilizado pelo *Google Classroom* da disciplina de física, para 27 alunos do terceiro período do curso técnico integrado de Automação Industrial de uma instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT). Em seguida, a partir das respostas, seguiu-se a análise de conteúdo de Bardin (2011), com 3 momentos: pré-análise, análise e tratamento, que serão explicitadas no próximo tópico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi disponibilizado no *Google Classroom* da disciplina de física um questionário final para os alunos da turma participante. Considerando a teoria de aprendizagem de Vygotsky, que guia esse

trabalho, analisou-se a última pergunta do questionário com o intuito de buscar por sinais de LC. No Quadro 3 é possível observar na íntegra as respostas dadas por esses alunos.

**Quadro 3.** Respostas na íntegra a questão “Cite o que você aprendeu ao participar das atividades”.

Aluno	Resposta
A1	.
A2	.
A3	Centro de massa.
A4	Eu aprendi o que é centro de massa e como ele, juntamente com a influência da força, velocidade e altura, modifica a trajetória e o qual bem-sucedido pode ser o desafio.
A5	Centro de Massa é um ponto imaginário onde se encontra todo o peso e quanto mais perto do solo mais equilibrado é. Gravidade não é diretamente uma força, mas sim a junção de algumas outras. Massa é uma quantidade de matéria em um determinado corpo. A resistência do ar que seria uma força gerada na direção contrária a de um corpo enquanto se encontra em movimento no ar.
A6	Aprendi que para realizar o desafio da garrafa corretamente, depende muito do ângulo do cotovelo, da velocidade que a garrafa é lançada, e do peso e tamanho da garrafa, por exemplo se ela estiver muito cheia ou muito vazia não vai dar certo.
A7	Eu aprendi que o desafio da garrafa com o robô NAO necessita do peso da garrafa certo o ângulo correto, a física correta para o movimento ser correto.
A8	Aplicar os conhecimentos teóricos em situações reais.
A9	Eu aprendi que em um simples ato como jogar a garrafa demanda de uma série de várias tanto por parte da biologia como da física
A10	Conheci conceitos sobre Centro de massa, força centrípeta e força elástica e inelástica, além de voltar a pesquisar sobre coisas que eu já tinha visto anteriormente como conceito de gravidade... e revi coisas que há muito tempo não tinha visto, que eram os conceitos mais básicos da biologia, também consegui compreender como processos físicos e biológicos estão inseridos nos mais diversos e simples movimentos que fazemos, como por exemplo lançar uma garrafa.
A11	aprendi alguns conceitos da física como Centro de massa, que é um ponto imaginário onde se encontra todo o peso de determinada coisa. Aprendi um pouco mais sobre o sistema nervoso, aprendi também que algumas partes do robô são como se fossem certas partes do corpo humano.
A12	Aprendi um pouco sobre como é feito para programar um robô, usando linhas de código para o movimento dele, também aprendi sobre o que é constituído o sistema nervoso do nosso corpo, e algumas leis da física.
A13	Aprendi que a física é uma matéria que precisa usar bastante a imaginação e abrir o entendimento para novas hipóteses...
A14	Relembrei matérias de física e biologia do começo do curso (corpo humano e física)
A15	Pude aprender um pouco sobre como o robô funciona, e aprendi sobre a nossa semelhança o robô, que não é perfeita, mas é muita parecida, pude aprender mais sobre gravidade e tudo mais, e que as garrafas com água na metade são as mais fáceis de jogar etc.
A16	Umas das coisas que aprendi foi o centro de massa.
A17	Que para realizar qualquer simples movimento, é necessária uma série de fatores que influenciam e trabalham em conjunto para esse movimento ser realizado, e que é possível fazer uma ligação entre um robô e movimentos de um humano por meio da automação industrial.
A18	Trabalho em equipe, o peso a força empregada.
A19	Aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas.
A20	Pressão, colisões e gravidade.
A21	Centro de massa.
A22	Que a gravidade é um dos principais fatores que alteram no desempenho do robô, que a força e a quantidade de volume que está dentro da garrafa jogada pelo robô são coisas que ajustamos uma de acordo com a outra, por exemplo se você pegar uma garrafinha cheia você terá que exercer força maior do que se pegasse uma garrafa vazia. E de que a velocidade fica em torno de 3 a 5 segundos, já o ângulo fica entre 70 e 90.

A23	Apreendi algumas coisas com os formulários, eles estimularam a pesquisa sobre alguns assuntos e conseqüentemente acabei aprendendo alguns conteúdos. Um exemplo disso é contato inelástico.
A24	Ponto de massa.
A25	Centro de massa
A26	aprendi que o centro de massa é um ponto imaginário onde se encontra todo peso e quanto mais perto do solo mais equilibrado. Apreendi também que gravidade não é diretamente uma força, mas sim junção de outras.
A27	Bom acho que em resumo, entender melhor como funciona a movimentação do robô (e do corpo humano) no desafio e como funciona a parte física do desafio

Fonte: Os autores.

A análise de Bardin é separada em 3 fases. A primeira é a pré-análise: organização do material e leitura fluida. Nessa etapa, as respostas dadas pelos alunos A1 e A2 foram descartadas, demonstrando um desinteresse na atividade, o que reforça a necessidade de se realizar mais intervenções ativas para o estímulo ao engajamento dos discentes. A resposta do aluno A23 também foi excluída pois, aparentemente, ele não compreendeu a pergunta, mostrando a necessidade de uma adequação na sequência em uma aplicação futura. Neste caso, a questão poderia ser modificada com o intuito de evitar esse tipo de má interpretação. Portanto, o número dos participantes na próxima fase de análise dos dados foi 24. Nesta fase, realiza-se a categorização por palavras ou temas.

Iniciando a análise das respostas, foi possível categorizá-las em quatro: C1- Conceito: Cita conceito sem explicar; C2- Apreendi: Utiliza um conceito/uma teoria/uma situação para explicar; C3- Relembrei: Fala sobre conhecimentos prévios e/ou sua aplicação; C4 Equipe: Cooperação com outros colega. Segundo Bardin (2011), na fase de análise, uma mesma resposta pode atender a mais de uma categoria, porém, na fase de tratamento cada resposta deve estar alinhada a apenas uma categoria, e isso depende da interpretação do pesquisador. Nesse sentido, a fim de evitar erros, as respostas já foram analisadas em apenas uma categoria predominante cada (Quadro 4). Como resultado, 30% das respostas se encaixaram na categoria C1, 58% na C2, 8% na C3 e 4% na C4.

**Quadro 4.** Categorização das respostas dos alunos.

Aluno	Palavras/Temas	Categoria	Aluno	Palavras/Tema	Categoria
A3	Conceito	C1	A15	Aprender	C2
A4	Apreendi	C2	A16	Conceito	C1
A5	Conceito	C1	A17	Aprender	C2
A6	Apreendi	C2	A18	Equipe	C4
A7	Apreendi	C2	A19	Aprender	C2
A8	Apreendi	C2	A20	Conceito	C1
A9	Apreendi	C2	A21	Conceito	C1
A10	Relembrar	C3	A22	Apreendi	C2
A11	Apreendi	C2	A24	Conceito	C1
A12	Apreendi	C2	A25	Conceito	C1
A13	Apreendi	C2	A26	Apreendi	C2
A14	Relembrar	C3	A27	Apreendi	C2

Fonte: Os autores.

Para tratamento dos dados, retomou-se a definição de LC segundo o PISA apenas para um comparativo na dimensão de competência, visto que os métodos empregados no PISA e no presente trabalho são diferentes. Detalhadamente, essas competências foram distribuídas no Quadro 5.

**Quadro 5. Competências em letramento científico segundo o PISA.**

Explicar fenômenos cientificamente	Reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos, demonstrando capacidade de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• recordar e aplicar conhecimentos científicos apropriados;</li> <li>• identificar, gerar e usar modelos e representações explicativos;</li> <li>• fazer e justificar previsões apropriadas;</li> <li>• oferecer hipóteses explicativas;</li> <li>• explicar os potenciais implicações do conhecimento científico para a sociedade.</li> </ul>
Avaliar e planejar investigações científicas	Descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente, demonstrando capacidade de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar a questão explorada em um determinado estudo científico;</li> <li>• distinguir questões que poderiam ser investigadas cientificamente;</li> <li>• propor uma forma de explorar cientificamente determinada questão;</li> <li>• avaliar formas de explorar cientificamente uma questão;</li> <li>• descrever e avaliar como os cientistas asseguram a confiabilidade dos dados, a objetividade e a generalização das explicações.</li> </ul>
Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e avaliar dados, afirmações e argumentos em uma variedade de representações e tirar conclusões científicas apropriadas, demonstrando a capacidade de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• transformar dados de uma representação para outra;</li> <li>• analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas;</li> <li>• identificar as premissas, as evidências e o raciocínio em textos relacionados à ciência;</li> <li>• distinguir entre argumentos baseados em evidências e teoria científicas e argumentos baseados em outras considerações;</li> <li>• avaliar argumentos e evidências científicas de diferentes fontes (ex.: jornais, internet, periódicos).</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado de Brasil, 2020.

Diante disso, pode-se dizer que:

- As respostas categorizadas como C2, que correspondem a maioria da amostra (58%), nas quais os alunos explicam o que aprenderam, estão na dimensão “Avaliar e planejar investigações científicas”, pois se relacionam com os pontos “Identificar a questão explorada em um determinado estudo científico” e “Avaliar formas de explorar cientificamente determinada questão”, como pode-se observar nos exemplos de respostas abaixo:

“aprendi alguns conceitos da física como Centro de massa, que é um ponto imaginário onde se encontra todo o peso de determinada coisa. Aprendi um pouco mais sobre o sistema nervoso, aprendi também que algumas partes do robô são como se fossem certas partes do corpo humano”. A11

“Que a gravidade é um dos principais fatores que alteram no desempenho do robô, que a força e a quantidade de volume que está dentro da garrafa jogada pelo robô são coisas que ajustamos uma de acordo com a outra, por exemplo se você pegar uma garrafinha cheia você terá que exercer força maior do que se pegasse uma garrafa vazia. E de que a velocidade fica em torno de 3 a 5 segundos, já o ângulo fica entre 70 e 90.” A22

- As respostas da categoria C3, que são 8% da amostra e referem-se aos alunos que demonstraram lembrar conceitos anteriores e/ou a sua aplicação, estão na dimensão “Explicar fenômenos cientificamente” e relacionam-se ao ponto “Recordar e aplicar conhecimentos científicos apropriados”, como:

“Conheci conceitos sobre Centro de massa, força centrípeta e força elástica e inelástica, além de voltar a pesquisar sobre coisas que eu já tinha visto anteriormente como conceito de gravidade... e revi coisas que há muito tempo não tinha visto, que eram os conceitos mais básicos da biologia, também

consegui compreender como processos físicos e biológicos estão inseridos nos mais diversos e simples movimentos que fazemos, como por exemplo lançar uma garrafa.” A10

- As respostas dos alunos categorizadas como C1 (30%), que apenas citam ou explicam um conceito, não podem ser consideradas com algum nível de LC dentro das competências apontadas pelo PISA, visto que não há uma tentativa de desenvolvimento de raciocínio.
- A resposta categorizada em C4 (4%) também não pode ser considerada com algum LC de acordo com as habilidades destacadas pelo PISA. Todavia, ela traz outra reflexão sobre a teoria da aprendizagem de Vygotsky que permeia a pesquisa. A resposta traz o trabalho em equipe como responsável pelo aprendizado do aluno, assim como na teoria de Vygotsky, que diz que o aprendizado se dá pela interação social.

Portanto, pode-se dizer que 16 estudantes, quase 70% da amostra, conseguiu alcançar algum nível de LC e esses achados estão de acordo com o estado da arte. Dos Santos *et al.* (2020), por exemplo, usaram a gamificação para estimular o LC e o pensamento crítico científico no ensino médio, conseguindo êxito em 3 de cada 4 alunos participantes. Tuyarot & Belo (2022), trabalhando a interdisciplinaridade no ensino de física em conjunto a literatura, também com estudantes do ensino médio, obtiveram sucesso ao estimular o conhecimento científico e a habilidade de contextualizar o saber socioculturalmente.

Quando a ciência é experimentada continuamente pelos alunos, por meio de diferentes abordagens e menor compartimentalização das disciplinas, o resultado é maior engajamento e melhorias no LC dos alunos (Leite & Bonamino, 2021). Por isso, apesar de não ser possível afirmar que os participantes no presente trabalho estão letrados cientificamente, pode-se dizer que com a abordagem utilizada - interdisciplinar e gamificada, unindo biologia, física e robótica sob a ótica de Vygotsky, estimulou-se o LC nos discentes. Logo, mais abordagens rotineiras como essa podem levar ao LC pleno.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos os resultados de um estudo de caso, onde alunos do ensino médio-técnico tiveram seu LC estimulado ao experienciarem o desenvolvimento de uma sequência didática gamificada e que uniu biologia, física e robótica em uma abordagem interdisciplinar. Os resultados sugerem que quase 70% dos participantes desenvolveram alguma competência de LC, um percentual bastante satisfatório.

Entendemos que este resultado está fortemente correlacionado à maneira como as atividades foram estruturadas. Conforme apontado no texto, o trabalho reflete o pensamento de Vygotsky sobre o que é aprender. Entendemos, portanto, que os dados obtidos só podem ser corretamente interpretados à luz da teoria cognitivo-interacionista de Vygotsky.

Na sequência didática aplicada, estimulou-se a dimensão da zona proximal real dos alunos, lançando de um formulário que eles responderam. Baseado nas respostas, modelou-se a mediação que corresponde a zona de desenvolvimento proximal. As perguntas selecionadas para serem analisadas pelos alunos com a mediação dos professores foram o reflexo direto das respostas dadas pelos estudantes. Dessa forma, os elementos da zona de desenvolvimento real que os professores entenderam que mereciam maior atenção foram selecionados e propositalmente estimulados. O resultado disso foi a migração de elementos da zona de desenvolvimento potencial para a zona de desenvolvimento real, o que é evidente nos dados que indicam a presença de LC em 70% dos sujeitos.

Cabe salientar que a metodologia de pesquisa utilizada, a DBR, mostrou-se ideal para delineamento deste tipo de estudo, justamente porque estabelece os fundamentos por meio dos quais

se dá o design da sequência didática e sua avaliação. O processo que se segue é o redesenho, no qual estamos trabalhando atualmente. A perspectiva futura com a realização dessa nova etapa é identificar os elementos da sequência que possam ser melhorados, visando promover o desenvolvimento do LC de maneira ainda mais eficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições.
- Brasil. Ministério da Educação. (2013). *Diretrizes curriculares nacionais gerais da educação básica*. Brasília: MEC, SEB, DICEI.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2020) *Censo da Educação Básica 2018*. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes\\_e\\_exames\\_da\\_educacao\\_basica/relatorio\\_brasil\\_no\\_pisa\\_2018.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf). Acesso em julho de 2023.
- Brazil, A., & Baruque, L. (2015). Gamificação aplicada na graduação em jogos digitais. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 26(1): 677.
- Cabral, W., & Ávila, B. C. (2022). Letramento Científico e as avaliações em Educação: o que dizem as pesquisas? *Concilium*, 22(6), 962-973.
- Cardoso, K. A. L., & Sardinha, L. S. (2016). A educação em Vygotsky e sua teoria: o processo de mediação. *Revista Científic@ Universitas*, 3(2).
- Chaiklin, S., Pasqualini, J. C. (2011). A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vygotsky sobre aprendizagem e ensino. *Psicologia em Estudo*, 16, 659-675.
- Cruz, M. F. R. & Bourguignon, J. A. (2019). A interdisciplinaridade e a educação: As metodologias ativas de aprendizagem como ferramenta de construção da cidadania. *Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas*, 28.
- Dantas, L. F. S., & Deccache-Maia, E. (2020). Scientific Dissemination in the fight against fake news in the Covid-19 times. *Research Society and Development*, 9(7): 1-18.
- Da Silva, H. F. & de Carvalho, A. B. G. P. (2017). Letramento científico nas aulas de física: um desafio para o ensino médio. *Revista Educacional Interdisciplinar*, 6(1): 1-11.
- Da Silva, D. J.; Nobre, S. B. (2021). A educação científica nos anos iniciais do ensino fundamental: olhares e reflexões sobre o letramento científico. *Pesquisa em Foco*, 26(1): 29-52.
- De Oliveira, J. N., dos Santos, L. J. O. G., Carvalho, D. S., de Oliveira, A. S., & da Silva Paniagua, C. E. (2023). Gamificação: uma metodologia ativa e facilitadora no processo ensino-aprendizagem de ciências naturais e educação ambiental na perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). *Brazilian Journal of Health Review*, 6(2), 5554-5564.
- Dos Santos, R., Filho, de Oliveira, K. M. G., Tureck, L. V., Alle, L. F., & Leme, D. M. (2020). Ciência na escola: Elaboração, aplicação e avaliação de um jogo na temática de ecotoxicologia como ferramenta de educação científica. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 4(1), 20-20.
- Fardo, M. L. (2013). A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Renote*, 11(1).
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

- Kneubil, F. B.; Pietrocola, M. (2017). A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22, (2): 1-16.
- Leal, V. M., da Silva, M. G., Barbosa, M. S. A., da Silva Dias, M. A., & de Oliveira Luna, K. P. (2022) O ensino de biologia por meio da gamificação para a promoção do letramento científico. *Anais do VIII Encontro de iniciação à docência da UEPB*.
- Leite, A. F. M., & Bonamino, A. M. C. D. (2021). Letramento Científico: um estudo comparativo entre Brasil e Japão. *Cadernos de Pesquisa*, 51, e07760.
- Lovato, F. L., de Christo, T. M., Pagliarini, D. S., da Rosa Costa, F., & Bartholomei-Santos, M. L. (2018). In the trail of the genes: a proposal of didactical game for teaching Genetics. *Journal of Biochemistry*, 16(2): 5-30.
- Lovato, F. L., Michelotti, A., Silva, C. B., Loretto, E. L. S. (2018). Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, 20(2): 154-171.
- Mamede, M., & Zimmermann, E. (2005). Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-4.
- Milani, I. G.; Stolz, T. & Higa, I. Vygotsky e o ensino de física: um olhar a partir do encontro de pesquisa em ensino de física. *Arquivos do Mudi*, 24(3), 204-215.
- Monteiro, C. M., Siqueira, I. S., Intorne, A. C., & Souza, P. V. (2022). A pesquisa baseada em design e seu uso na construção de uma sequência de aprendizagem interdisciplinar: O desafio da garrafa!. *Revista do Professor de Física*, 6(Especial), 337-346.
- Souza, V. L. T. D., & Andrada, P. C. D. (2013). Contribuições de Vigotski para a compreensão do psiquismo. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 30, 355-365.
- Studart, N. (2021). A gamificação como design instrucional. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e20210362.
- Tosta, C. G. (2012). Vigotski e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. *Perspectivas em Psicologia*, 16(1).
- Tuyarot, D. E., & Belo, W. E. R. (2022). A interdisciplinaridade na aula de física: explorando a linguagem como meio de desenvolvimento das competências em ciências. *Revista do Professor de Física*, 6(2): 46-52.
- Venezuela, O. D. (2008). Demarcando ciências e pseudociências para alunos do Ensino Médio. *Instituto de Biociências Faculdade de Educação*. São Paulo.
- Veronezi, R. J. B., Damasceno, B. P., & Fernandes, Y. B. (2005). Funções psicológicas superiores: origem social e natureza mediada. *Revista de Ciências Médicas*, 14(6).
- Vestena, R. F., & de Bem, R. M. (2020). O jogo digital 'RECICLAPPSM' na educação ambiental e tecnológica das crianças. *REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, 4(1), 34-48.
- Vygotsky, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. L. S. Vigotski. (2007). Organizadores Michael Cole... (et al.); tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. – 7ª ed. – São Paulo: Martins Fontes - (psicologia e pedagogia).
- Watanabe, K.; Funahashi, S. (2014). Mecanismos neurais de interferência de dupla tarefa e limitação de capacidade cognitiva no córtex pré-frontal. *Neurociência da natureza*, 17: 601-611.

Wiertel, W. J. (2016). *Gamificação, lúdico e interdisciplinaridade como instrumentos de ensino* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR.