

O malabarismo no constituir recursos digitais no Ensino de Física

Juggling in constituting digital resources Physics Teaching

Malabares en la constitución de recursos digitales en la Enseñanza de la Física

Matheus Daniel Koren, (mdkmatheuskoren@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Brasil.

Valmir Heckler, (valmirheckler@furg.br)

Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Brasil.

Resumo:

Este estudo, em forma de relato de experiência, emerge a partir de um processo de iniciação científica e tem como propósito central debater a construção de materiais e aplicações referentes ao uso de diferentes malabares em sala de aula, bem como abrir possibilidades de reflexões sobre a sua integração formal ao currículo escolar das áreas de Ciências da Natureza, mais especificamente no que se refere ao Ensino de Física. O primeiro passo dos autores envolveu a construção de materiais didáticos como recursos digitais pedagógicos. Na segunda etapa da pesquisa, foram realizadas discussões em grupo de pesquisa-formação com professores de Física. No texto, são apresentados aspectos emergentes de uma revisão sistematizada na comunidade científica sobre a Física do Malabarismo e seus potenciais para o Ensino de Ciências. Além disso, são apresentadas as compreensões emergentes dos autores sobre o uso do malabarismo em espaços não formais e seu potencial didático para a educação formal no Ensino de Física. Entre os resultados relatados, destacam-se os diálogos e análises dos registros de vídeos e imagens disponibilizados na plataforma online "Malabar Drive", que apontam para possibilidades didáticas experimentais para o Ensino de Física a partir da perspectiva do uso dos malabares no contexto da sala de aula.

Palavras-chave: Malabarismo; Recursos Digitais; Ensino de Física; Física dos Malabares.

Abstract:

This study, in the form of an experience report, emerges from a scientific initiation process and aims to discuss the construction of materials and applications related to the use of different juggling techniques in the classroom, as well as to open up possibilities for reflections on their formal integration into the school curriculum in the Natural Sciences areas, specifically regarding Physics Education. The authors' first step involved the construction of didactic materials as pedagogical digital resources. In the second stage of the research, research and training group discussions were held with Physics teachers. The text presents emerging aspects of a systematic review in the

scientific community on the Physics of Juggling and its potential for Science Education. In addition, the authors' emerging understandings about the use of juggling in non-formal spaces and its didactic potential for formal education in Physics Teaching are presented. Among the reported results, the dialogues and analyses of the video and image records available on the online platform "Malabar Drive" stand out, pointing to experimental didactic possibilities for Physics Education from the perspective of using juggling in the classroom context.

Keywords: juggling; Digital Resources; Teaching Physics; Juggling Physics.

Resumen:

Este estudio, en forma de relato de experiencia, surge de un proceso de iniciación científica y tiene como propósito central debatir la construcción de materiales y aplicaciones referentes al uso de diferentes malabares en el aula, así como abrir posibilidades de reflexión sobre su integración formal en el currículo escolar de las áreas de Ciencias de la Naturaleza, específicamente en lo que se refiere a la Enseñanza de Física. El primer paso de los autores implicó la construcción de materiales didácticos como recursos digitales pedagógicos. En la segunda etapa de la investigación, se realizaron discusiones en grupo de investigación-formación con profesores de Física. En el texto se presentan aspectos emergentes de una revisión sistematizada en la comunidad científica sobre la Física del Malabarismo y sus potenciales para la Enseñanza de Ciencias. Además, se presentan las comprensiones emergentes de los autores sobre el uso del malabarismo en espacios no formales y su potencial didáctico para la educación formal en la Enseñanza de Física. Entre los resultados reportados, se destacan los diálogos y análisis de los registros de videos e imágenes disponibles en la plataforma en línea "Malabar Drive", que apuntan a posibilidades didácticas experimentales para la Enseñanza de Física desde la perspectiva del uso de los malabares en el contexto del aula.

Palabras-clave: malabares; recursos digitales; Enseñanza de la Física; Malabares de Física.

INTRODUÇÃO

Este estudo debate sobre a experiência vivenciada pelos autores na busca da integração das práticas do malabarismo no currículo de Ciências da Natureza, com foco na área da Física. Para isso, exploramos a possibilidade de utilizar malabares (como claves, aros e bolas) - ferramentas utilizadas por artistas circenses em todas as regiões do mundo - como recursos para experimentação no Ensino de Física. Busca-se ao longo da escrita problematizar se o trabalho com malabares possibilita desenvolver os conteúdos programáticos estabelecidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) brasileira de forma inovadora, criando recursos digitais e materiais didáticos que promovam a compreensão e a aplicação prática dos conceitos físicos.

O projeto de pesquisa foi implementado durante o período pandêmico relacionado à COVID-19, em que as instituições de Ensino Superior no Brasil precisaram operar de maneira remota devido às restrições sanitárias. O primeiro autor do estudo é oriundo do interior do Rio Grande do Sul e reside na Casa do Estudante da FURG¹, enquanto se encontra em um processo contínuo de formação de professores no Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande. Além disso, ele mantém um vínculo de iniciação científica (IC) com o grupo de pesquisa Comunidade de Indagação ao Ensino de Física Interdisciplinar (CIEFI)².

O assunto central deste estudo - o uso do malabarismo no Ensino de Física - emergiu da experiência pessoal do primeiro autor, que descobriu nas artes circenses uma forma de se manter financeiramente enquanto estudava em uma universidade pública no Brasil. A partir dessa experiência, em diálogo com o segundo autor do estudo (o orientador), visualizaram um potencial pedagógico nas práticas de malabarismo e decidiram desenvolver um projeto de iniciação científica para elaborar, analisar e implementar essas práticas em salas de aula, buscando significado e contribuições para o ensino de Física.

O caminho metodológico adotado nas experiências apresentadas neste estudo segue uma abordagem de pesquisa qualitativa fenomenológica (BICUDO, 2011). Nessa perspectiva, o primeiro passo foi definir o significado do malabarismo no contexto da cultura e da ciência, o que foi alcançado por meio de uma breve revisão bibliográfica sobre a temática da Ciência do Malabarismo. Um segundo movimento deste estudo consiste na descrição, permeada pela interpretação, com o objetivo de aproximar o uso de malabares em práticas experimentais no ensino de Física, a fim de refletir sobre os aspectos teórico-práticos emergentes da proposta dos autores deste trabalho.

Esse movimento metodológico de comunicação das compreensões envolve a ilustração da estruturação da proposta do uso do malabarismo na criação de recursos digitais no ensino de Física. Na terceira etapa deste estudo, são apresentados elementos emergentes da aplicação desse material em uma turma do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública localizada na região sul do Brasil. Essa etapa abrange o sentido epistemológico da pesquisa-ação prático-colaborativa e apresenta, em

¹ Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

² Informações disponíveis em: <https://ciefi.furg.br/>.

sua natureza, uma realidade múltipla, construída e multirreferencial (FRANCO; LISITA, 2008).

É importante destacar que a prática do malabarismo, presente na experiência vivida pelos autores deste estudo, surgiu a partir da análise de seu uso inicial em espaços não formais de educação. A ideia de educação não formal é compreendida como aquela aprendizagem que ocorre em ambientes e atividades externas à escola ou universidade. De acordo com Moura (2005), o local onde ocorre a aprendizagem não é o aspecto central para caracterizar se ela é formal ou não. O referido autor destaca que as experiências educativas que acontecem em um ambiente formal de educação podem se caracterizar como aprendizagem formal.

De acordo com Esteves (2016), essas atividades e espaços podem incluir visitas a museus e centros de Ciências, exposições apresentadas pelos alunos, feiras de Ciências, clubes de Ciências, clubes de robótica, olimpíadas de Ciência, observações noturnas, visitas a planetários, palestras com especialistas, entre outros. Dessa forma, essas definições são indicativos de que a experiência vivida com os malabares em contextos externos às instituições de ensino, mesmo sem uma intencionalidade pedagógica associada, pode levar a uma aprendizagem sobre a temática.

MALABARISMO, CULTURA E CIÊNCIA

Nesta seção, apresentamos as compreensões desenvolvidas na primeira etapa do estudo sobre os significados de Malabarismo e suas relações com Cultura e Ciência. O Malabarismo é definido como o ato de manipular habilidosamente objetos, enquanto o termo objetos de malabarismo refere-se aos objetos mais comuns usados para a prática, como bolas, diabolos e tochas, entre outros. Ambos os termos podem ser usados para expressar a mesma habilidade de manipular, arremessar e equilibrar objetos habilidosamente (SANTOS, 2016).

Durante o século XX, a prática do malabarismo foi inspirada por um grupo de mágicos que organizaram uma convenção e, posteriormente, fundaram a *International*

*Juggling Association*³ – IJA (Associação Internacional de Malabarismo). Embora antes fosse mal remunerado e criminalizado, o malabarismo se tornou popular através da Arte Moderna e agora é presente em grandes teatros e circos de todo o mundo (SANTOS, 2012). Com advento e a ampliação da internet, surgiram recursos digitais que permitiram a divulgação e fomento da arte, além da realização de eventos voltados para a comunidade de artistas mundial.

Na América do Sul, ocorrem algumas convenções de malabares, como por exemplo: 1) *Encuentro Autogestionado de Circo y Artes Afines*⁴ (MALABAR MAR), que acontece periodicamente no Uruguai; 2) Convenção Brasileira de Malabarismo e Circo⁵ (CBMC), que acontece anualmente no Brasil; e 3) Convenção Paulista de Malabarismo e Circo⁶ (CPMC), que acontece anualmente na cidade de São Paulo. Essas convenções compartilham objetivos, incluindo networking de informações sobre malabarismo e artes circenses, oficinas, bate-papos, jogos, espaços de entretenimento e culturais, compra e venda de materiais circenses e fortalecimento da comunidade de malabaristas. Buscam a luta coletiva pela descriminalização do malabarismo como uma prática de indivíduos inseridos em espaços marginalizados, que podem levar ao desenvolvimento ou surgimento de subempregos na sociedade.

A partir destes resultados iniciais, da ausência de estudos na temática, foi necessário realizar uma pesquisa em plataformas digitais, artigos e revistas internacionais de acesso público, como o site *juggling.org*⁷. Além disso, buscou-se informações em espaços não formais, como redes sociais dedicadas ao debate sobre a prática do malabarismo, que não necessariamente estão ligadas ao ensino das Ciências.

Ao ampliar a revisão encontram-se estudos que se interligam ao campo da Educação em Ciências. Registra-se as ideias iniciais sobre o desenvolvimento de robôs

³ Disponível em: <https://www.juggle.org/>

⁴ Disponível em: <https://www.instagram.com/malabarmaruy/>

⁵ <https://www.facebook.com/cbmc circo/>

⁶ <https://www.facebook.com/convencaopaulistademalabarismoecirco/>

⁷ Canal internacional que atende a comunidade de artistas circenses, em específico os malabaristas, sendo uma espécie de biblioteca virtual do malabarismo mundial, contendo artigos, fotos e textos, seja dos mais antigos aos mais novos, possuindo estrutura orgânica para o levantamento de informações entre os membros participantes ativos e inativos da plataforma.

malabaristas, assim como a definição de *Sitewaps*⁸ (BEEK, LEWBEL, 1995). Definições minuciosas sobre o malabarismo e sua conexão com a matemática propostas em *The Mathematics of Juggling* (POLSTER, 2002).

A ideia de equacionar os lançamentos de malabares foi proposta inicialmente por Claude E. Shannon (1916-2001), matemático e engenheiro pela Universidade de Michigan. Shannon é considerado um dos criadores da Teoria da Informação, desenvolvendo na década de 1980 o teorema “*Uniform Juggle*”, em que correlaciona o tempo que os objetos ficam no ar com o tempo que eles ficam nas mãos do malabarista. O teorema segue de acordo com a Equação 01, sendo F o tempo que o objeto fica no ar, D o tempo que o objeto fica na mão, H o número de mãos, V o tempo que a mão fica vazia e N o número de objetos jogados no ar. (TIEMANN; MAGNUSSON, 1989).

$$\frac{(F+D)}{N} = \frac{(V+D)}{H}$$

(Equação 01)

Em um segundo momento da revisão bibliográfica, foram procurados materiais pedagógicos existentes sobre o uso de malabares. O livro “Aspectos Fundamentais do Malabarismo” (SANTOS, 2010) apresenta diversas possibilidades que os malabares oferecem, trazendo sequências programáticas de novos truques para treinar, partindo de uma visão epistemológica e prática dos malabares. É importante destacar que o foco deste estudo é a busca de materiais que relacionem os potenciais didáticos do malabarismo para sua aplicação no ensino de física por meio da metodologia da experimentação. Ao incluir esse filtro, foi encontrado apenas um artigo em português que aborda a conexão entre o malabarismo e o ensino de física. Nesse texto, os autores argumentam que conceitos como o momento de inércia são apresentados de forma intuitiva por meio do movimento de rotação inerente a alguns malabares (FELIPE; SILVA; AZEVEDO, 2019, p. 45).

O movimento da revisão da literatura nos permite compreender os desafios que surgem ao explorar um tema pouco abordado na educação formal, como o uso de

⁸ Numerologia do malabarismo, sendo caracterizada por números que correspondem a diferentes alturas, onde, seguindo algumas combinações, satisfazem matematicamente os lançamentos dos malabares.

malabares no ensino de física. A falta de literatura e materiais específicos para implementar essa prática representa um desafio, mas também uma oportunidade de diálogo e instiga ao desenvolvimento de novas possibilidades de ensino. Para implementar essa prática, é necessário aprofundar-se em aspectos educacionais relacionados ao ensino de física e na proposição e análise de outras metodologias, recursos digitais e/ou experimentais que possam ser utilizados em contextos formativos.

O estudo de materiais e objetos que instiguem atividades práticas pode ser um recurso valioso para potencializar o aprendizado em Física, possibilitando uma melhor compreensão de conceitos que muitas vezes são considerados abstratos. Assumimos que “[...] às atividades experimentais quando aliadas à uma abordagem interativa e lúdica, se configuram como um recurso facilitador na aprendizagem significativa de alguns conceitos de Física [...]” (ARAUJO, 2013, p.16). A partir da ideia de experimentação interligada à interatividade e ludicidade, surgem desafios para explorarmos os aspectos teórico-práticos do malabarismo na sala de aula, ao mesmo tempo em que buscamos relacionar temas da Educação em Ciências por meio da metodologia lúdica da experimentação com malabares.

Pode-se argumentar, ainda que em tese, que o malabarismo pode ser implementado no ensino por meio de uma sequência didática que envolva os estudantes em diferentes níveis de compreensão do assunto, estabelecendo conexões entre a sala de aula e a realidade dos alunos fora do ambiente escolar. Isso desafia os professores a desenvolver uma metodologia que inclua aulas práticas e teóricas contextualizadas, recursos audiovisuais e atividades extras como parte integrante de suas abordagens didáticas (SILVA; EGAS, 2022, p. 230).

Nessa perspectiva, ainda que em tese, conseguiríamos atingir objetivos previstos pela própria BNCC⁹, quando justifica na sua 3^a Competência Específica na grande área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio que, é preciso, investigar situações-problema, avaliando aplicações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade. Para tal, o documento sinaliza para a utilização de procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, no propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, comunicando suas descobertas e

⁹ Base Nacional Comum Curricular

conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO COM MALABARES: IMPLEMENTANDO UMA ATIVIDADE COLABORATIVA

Na terceira etapa do estudo, ao longo do segundo semestre de 2021, iniciou-se o processo de investigar formas de implementar as atividades de experimentação com os malabares. O propósito foi o de promover uma construção colaborativa com professores e futuros professores da área de Ciências e desenvolver um panorama promissor e relevante na área de pesquisa-formação com professores da área de Ciências/Física. Essa etapa emerge em um projeto de pesquisa de iniciação científica voltado para a análise do caráter educacional e científico do malabarismo. O seu ponto de partida foi a criação e desenvolvimento de materiais didáticos para educadores(as) da área de Ciências, evidenciando aspectos aprendidos com os malabares, em uma educação não-formal, e agora pensando os mesmos para o processo de aprendizagem através da prática com malabares entrelaçados com conteúdo e temáticas do Ensino de Física.

Desenvolveu-se a análise das ações conjuntas na formação com professores em contexto online durante o período pandêmico, em uma disciplina de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Física, de um curso de Licenciatura em Física. O caminho metodológico percorrido nesta proposição, assumiu o sentido epistemológico da pesquisa-ação prático-colaborativa (FRANCO; LISITA, 2008). Dessa forma, o estudo buscou analisar as linguagens construídas, em diferentes interfaces, por meio de interações dialógicas entre os participantes da pesquisa, bem como as comunicações inerentes às atividades propostas e aos artefatos disponibilizados em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Essa perspectiva, se aproxima da ideia de comunidade que se reúne “[...] para dialogar, indagar, propor e praticar/teorizar a experimentação em Ciências com auxílio das ferramentas/interfaces da web” (SILVA; HECKLER, 2018, p. 6).

Significa-se que as ações desenvolvidas também se constituem processo de pesquisa-formação dos autores deste estudo, em um contexto da educação online (SILVA; SANTOS, 2006; SILVA, 2012). Nisso, se fez o uso de dispositivos

comunicacionais (todos-todos) como recurso digital (MILL, 2012; TORI, 2010; MERCADO et al.,2012, KENSKI, 2013; SILVA, 2012), o que possibilitou a construção da comunicação através de interações com os artefatos científicos (malabares, vídeos e análises) e entre os participantes geograficamente distantes, bem como a análise dos registros construídos através das ações dos participantes desta pesquisa.

As atividades de constituição de material foram desenvolvidas no Laboratório de Educação Matemática e Física (LEMAFI) interconexo às ações teórico-práticas do grupo de pesquisa CIEFI. Inicialmente se fez necessário o desenvolvimento de material audiovisual para análise do movimento-ação de diferentes malabares e, após a constituição desses materiais, apropriou-se de softwares para a realização de modelagens computacionais, conforme exemplificado na Figura 02.

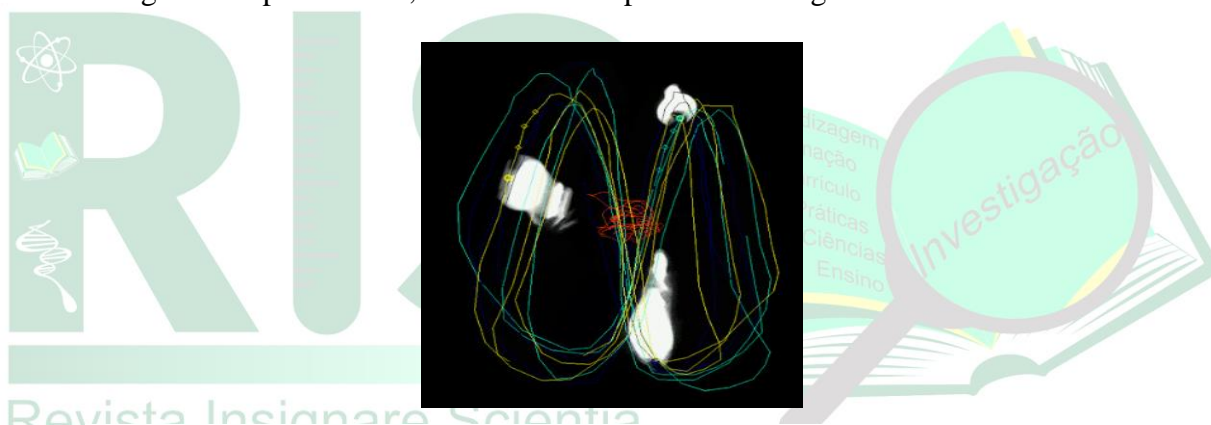


Figura 02 - Modelagem computacional com o software Tracker, partindo do vídeo produzido pelo malabarismo com 3 claves. Os traços em amarelo, azul e turquesa, referem-se às trajetórias dos malabares, enquanto os traçados em vermelho representam o centro de massa do sistema.

Fonte: Os autores. 2021.

A partir da análise dos primeiros materiais gravados, surgiu a ideia de criar um repositório virtual sobre a Ciência do malabarismo, denominado "*Malabar Drive*¹⁰", que está disponível na plataforma *Google Drive*. O objetivo desse espaço virtual é reunir e disponibilizar materiais didáticos voltados para o ensino de Física, como exemplificado na figura 03, para todos os interessados.

¹⁰ Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1OczYchAsh4H4JGp20nxLfchB64bm72S-?usp=sharing>



Figura 03 - Recorte de Material compartilhado a partir da plataforma Google Drive, denominado Malabar Drive e orientações sobre como abrir os arquivos de análise.

Fonte: Os autores, 2021.

Na figura 03, registra-se alguns recursos criados e que podem ser utilizados em processos de cocriação pelos participantes de atividades formativas. Entre os recursos estão arquivos de modelagem computacional desenvolvidos a partir da análise dos vídeos produzidos, como planilhas e gráficos gerados em software *Scidavis*¹¹. Dessa forma, o material constitui um recurso para discussão de temáticas interdisciplinares e, ao mesmo tempo, evidencia a necessidade de estabelecer relações entre os movimentos dos malabares e conceitos e temáticas de outras áreas, como Matemática e Física, por exemplo.

Após o desenvolvimento dos recursos digitais, foi necessário construir e desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para a comunidade de futuros professores de Física. Esse ambiente virtual mostrou-se importante durante a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física I (TICENS-F1), oferecida pela Unidade Acadêmica da FURG - IMEF (Instituto de Matemática, Estatística e Física). As atividades desenvolvidas e aplicadas durante a disciplina em questão, tiveram como principais objetivos: 1) O desenvolvimento e a utilização de recursos digitais no Ensino de Física; 2) Aquisição e análise de dados; 3) Modelagem computacional; 4) Simulações virtuais; e 5) Possibilidades e limitações dos recursos da informática no Ensino de Física na Educação Básica. A partir do material pré-organizado no AVA, desenvolveu-se um encontro síncrono por webconferência, conforme ilustrado na figura 04.

11

Disponível em: <https://scidavis.sourceforge.net/>



Figura 04 – Atividades da Semana 8 na disciplina de TICENS-F1 em plataforma AVA.

Fonte: Os autores, 2021.

Durante a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física I (TICENS-F1), realizamos um encontro síncrono que foi gravado e disponibilizado no AVA juntamente com a descrição das atividades da Semana de 08 a 14 de fevereiro de 2021. Na análise do registro em vídeo, observamos que, a partir das linguagens dos artefatos científicos disponibilizados, foram construídos conjuntamente com os participantes da disciplina novos materiais didáticos. Durante os diálogos, buscamos fomentar a interação de todos com o ambiente virtual *Malabar Drive*, deixando espaço aberto para adição de criações dentro da plataforma, que funciona como uma biblioteca digital da Ciência do Malabarismo. Esse espaço serve como uma oportunidade de construção conjunta em que professores possam acessar remotamente e elaborar planos de aulas, utilizando gifs, fotos e vídeos animados de Malabarismo, uma vez que nem todos os professores sabem realizar ou dominar os movimentos com os malabares.

Além do encontro síncrono, os participantes foram desafiados a desenvolver uma proposta de plano de aula, indicando possíveis conceitos e temáticas que poderiam ser explorados, de forma escrita em um fórum (atividade assíncrona). Essas propostas também são materiais potentes para pensar em formas de utilizar os malabares no ensino de Física no contexto escolar.

DISCUSSÃO E COMPREENSÕES EMERGENTES

A partir da interlocução teórica com os aspectos históricos do malabarismo e de

estudos da linguagem matemática envolvida, bem como dos diálogos e análises baseados em registros de vídeos e imagens disponibilizadas na plataforma online "Malabar Drive", evidencia-se a existência de possibilidades didáticas experimentais para o ensino de física a partir do uso dos malabares no contexto educativo.

Compreendemos que um dos principais resultados desta experiência é a criação, organização e compartilhamento de materiais didáticos digitais que incluem a coleta e análise de informações utilizando diferentes tipos de malabares, conforme ilustrado na figura 05.



Figura 05 – A atividade proposta na disciplina de TICENS-1 com objetivo de ampliar de conceitos da Física e a análise de dados experimentais.

Fonte: Os autores, 2021.

A Figura 05 apresenta um recorte do material didático compartilhado com futuros professores, cujo objetivo é ampliar os diálogos sobre os conceitos de Física, analisar dados experimentais e discutir possibilidades de uso no Ensino de Física por meio de experimentos práticos e do uso de recursos digitais. Os materiais refletem a linguagem registrada nas ações coletivas dos participantes envolvidos na pesquisa-formação sobre a Física do Malabarismo com o uso de recursos digitais.

Lemke (2013) aponta que essa é uma prática contemporânea na construção da Ciência, em que professores comunicam e compartilham dados e artefatos ao interagirem em interfaces via/na web. A abordagem sociocultural permite investigar não apenas as ações e os artefatos utilizados pelos participantes, mas também o processo de coautoria na construção e colaboração como uma ação conjunta no desenvolvimento de aulas mediadas na web, que podem ser analisadas como produto

(ARAUJO; MOURA, 2008, p. 91).

Ao investigar a Física do Malabarismo por meio da análise de registros de vídeo e fotografias, percebe-se que a criação e uso de materiais audiovisuais no ensino pode auxiliar no aprendizado e na comunicação entre professor e aluno. Através desses materiais (Figura 06), foi possível exemplificar e analisar detalhadamente os movimentos realizados pelo malabarista, bem como os diferentes comportamentos dos malabares no ar.

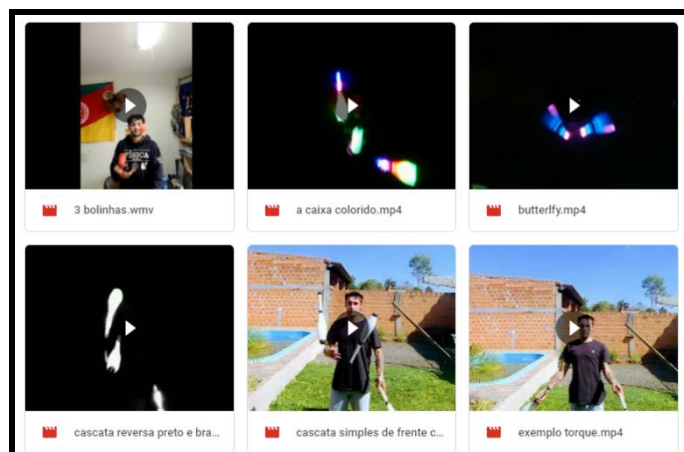


Figura 06 – Material audiovisual disponibilizado na plataforma virtual *Malabar Drive*.

Fonte: Os autores, 2021.

Compreendemos que os vídeos e gifs produzidos possibilitaram trabalhar com os frames dos vídeos em *slow motion* e marcar a trajetória dos objetos com pontos de massa no espaço. Nesse sentido, é importante ressaltar que “[...] a utilização do audiovisual pode fornecer à sala de aula elementos que predispõem positivamente os alunos a aprender e facilitam a comunicação entre professor e aluno” (SARTORI, 2012, p. 91). Além disso, a utilização desses materiais pode ajudar os participantes a questionarem como explicar o comportamento dos distintos malabares, bem como a modelagem dos movimentos em uma atividade experimental que abrange diferentes conceitos e temáticas da Física desenvolvidos no contexto da educação formal.

Também foram desenvolvidos registros das linguagens produzidas durante as atividades com os licenciandos em Física, tanto no vídeo do encontro síncrono quanto nos planos de aulas disponibilizados no AVA. Ao analisá-los, foram identificadas algumas possibilidades e desafios para o Ensino de Física por meio da experimentação com malabares. Entre as possibilidades destacam-se a oportunidade de trabalhar

conceitos como movimento de projéteis, inércia, centro de massa, rotações e força resultante. Quanto a esses aspectos, entende-se que a interação dos licenciandos com o material desenvolvido no *Malabar Drive* pode ser vista como uma possibilidade de complementar os estudos de Física.

Entre os principais desafios emergentes neste grupo de pesquisa-formação, está o de envolver ativamente os estudantes na prática de atividades experimentais, como o uso dos malabares ou dos recursos disponibilizados. Os sujeitos participantes do estudo apontaram que esses desafios, que se tornam potenciais pedagógicos, estariam associados à necessidade de se utilizar softwares como: *Tracker*, *SciDavis*, *PheT* e *Juggling Lab*. Na percepção dos futuros professores, é necessário um conhecimento prévio das ferramentas das TDIC. Nesse sentido, destaca-se o potencial do debate formativo sobre essas ferramentas, que podem ser aprendidas em conjunto ao longo da implementação da proposta. Ou seja, aprender a desenvolver a modelagem pode se tornar parte do processo formal do Ensino de Física com o uso de malabares no contexto educativo.

Durante os diálogos, surgiram ideias relacionadas à possibilidade de desenvolver atividades interdisciplinares em conjunto com as ações de Educação Física na escola. Essa temática requer futuros estudos que busquem desmistificar a prática do malabarismo e aumentar o interesse pelos conceitos da Física presentes no cotidiano. Um aspecto que também merece atenção é a contextualização das fórmulas matemáticas ensinadas de forma expositiva nas aulas tradicionais, que apresentam resultados cada vez menos favoráveis nos processos de ensino e aprendizagem.

A análise dos registros das atividades revelou diálogos sobre conceitos da Física. Para representar os diferentes movimentos visualizados dos malabares, emergiram explicações baseadas em aspectos teóricos da Física, incluindo Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (M.R.U.V.), Leis de Newton (inércia, força, massa, interação de corpos), conservação de energia mecânica (energia potencial, energia cinética), ondulatória, termodinâmica e Eletromagnetismo.

A partir dessa experiência significamos que o estudo do malabarismo foi utilizado como recurso no Ensino de Física e evidenciou-se a necessidade de ampliação de

estudos sobre práticas não-formais de ensino com malabarismo. Recursos analógicos e práticos como os Malabares podem ser aplicados no Ensino de Ciências para o estudo de fenômenos físicos.

REFERÊNCIAS

SANTOS, E. **Avaliação da aprendizagem em educação online**. São Paulo: Loyola, 2006.

ARAÚJO, R. F. **Atividades práticas como recursos facilitadores na aprendizagem de Física**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Licenciatura em Ciências Naturais, 2013.

BEEK, P. J.; LEWBEL, A. **The Science of Juggling**. Scientific American, November. (1995). Volume 273, nº 5, p. 92-97.

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_verseofinal_site.pdf. Acesso em 12 de Set. de 2022.

ESTEVES, Z. Q. **Atividades Não-Formais na Aprendizagem das Ciências**. Tese (Doutorado) - Curso de Escola de Ciências, Universidade do Minho, Portugal, 2016.

FRANCO, M. A. S.; LISITA, V. M. S. S. **Pesquisa-ação: limites e possibilidades na formação docente**. In: PIMENTA, Selma Garrido; FRANCO, Maria Amélia Santoro (Org.). Pesquisa em educação: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação. São Paulo: Loyola, v.2, 2008, p.41-70.

FELIPE, J. C. C.; SILVA, J. M. N.; AZEVEDO, E. H. A. (2019). **Ensinando física através dos malabares**. A Física na Escola, v.17 nº 2. Disponível em:

<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num2/190601.pdf>.

KENSKI, V. M. **Avaliação e acompanhamento da aprendizagem em ambientes virtuais, a distância**. In: MILL, Daniel Ribeiro Silva; PIMENTEL, Nara Maria. Educação a distância: desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCar, p. 59-68, 2013.

LEMKE, J. L. **Investigating interactive immersive worlds: assessing the relevance of computer games for STEM learning environment design**. Disponível em: <<http://www.jaylemke.com/storage/Investigate-InteractiveWorlds-NSF-2006.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2020.

MERCADO, L. P. L. et al. **Internet e suas interfaces na formação para docência**

Recebido em: 28/10/2022

Aceito em: 18/04/2023

online. In: SILVA, Marco (Org.). Formação de professores para a docência online. São Paulo: Loyola, 2012, p. 111-137.

MILL, D. **Docência Virtual:** uma visão crítica. Campinas: Papirus, 2012.

MOURA, M. T. J. A. Escola e Museu de Arte: uma parceria possível para a formação artística e cultural das crianças. **Teias.** v. 6, n 11-12, Rio de Janeiro 2005.

POLSTER, B. **The Mathematics of Juggling.** 2002. Disponível em:
<http://libgen.rs/book/index.php?md5=26278D82F400A649A230107D328B7A43>.

SANTOS, D. N. **Jogo e malabarismo: uma experiência com o Circo dentro da Escola.** Universidade Federal da Paraíba, Dissertação de Mestrado Profissional em Artes em Rede Nacional. (2016). Disponível em:
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16903>.

SANTOS, R. **Aspectos fundamentais do Malabarismo.** São Paulo: Editora do Autor, 2012.

SARTORI, A. **Produção docente de vídeos digitais para o ensino de física: desafios e potencialidade.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2012.

SARTORI, A. **Produção docente de vídeos digitais para o ensino de física: desafios e potencialidade.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, A.; EGAS, V. S. **Percepção da importância do uso de atividades experimentais na aprendizagem de química de um grupo de estudantes concluintes do ensino médio em uma escola pública em Tefé/AM.** Revista Insignare Scientia - RIS, v. 5, n. 1, p. 209-234, 16 mar. 2022.

SILVA, M. (Org.). **Formação de professores para a docência online.** São Paulo: Loyola, 2012.

SILVA, W.; HECKLER, V. Experimentação investigativa em uma comunidade de indagação online formada por professores na pós-graduação. **Revista Insignare Scientia - RIS,** v. 1, n. 1, 18 jun. 2018.

TIEMANN, B.; MAGNUSSON, B. **The physics of juggling.** Physics Teacher, 27, p 584-589, 1989.

TORI, R. **Educação sem distância:** as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: Senac, 2010.