



André da Silva Mendes

Ensino de Física e Contextualização a partir dos Esportes

IFSP
Caraguatatuba
2022

ANDRÉ DA SILVA MENDES

Ensino de Física e Contextualização a partir dos Esportes

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus de Caraguatatuba para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira.

Caraguatatuba
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

Mendes, André da Silva

M538e Ensino de Física e a contextualização a partir dos esportes. /
André da Silva Mendes. -- Caraguatatuba, 2022.
21 f.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) --
Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2022.

1. Física. 2. Recurso didático. 3. Conceito físico. 4.
Contextualização. 5. Física dos esportes. I. Teixeira, Ricardo
Roberto Plaza, orient. II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 530

PARECER N.º 8/2022 - DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Nome: Mendes, André da Silva

Título: Ensino de Física e Contextualização a partir dos Esportes

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, câmpus Caraguatatuba para a obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

Aprovado em: 07 de dezembro de 2022

Banca Examinadora

Prof(a). Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Prof(a). Alex Lino

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Prof(a). José Roberto Severino Martins Junior

Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Documento assinado eletronicamente por:

- Ricardo Roberto Plaza Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2022 12:04:19.
- Jose Roberto Severino Martins Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2022 12:07:29.
- Alex Lino, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2022 15:38:32.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 460757

Código de Autenticação: 19a62c17f7



A minha mãe especialmente, pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ricardo Roberto Plaza Texeira, pelo apoio como professor e orientador, me capacitando para realizar esse trabalho.

A todos os professores e servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus de Caraguatatuba.

Agradecemos ao IFSP – campus Caraguatatuba pelo fomento concedido para este trabalho.

Resumo

O principal objetivo deste artigo é investigar as possibilidades do trabalho educacional por uma abordagem que use os esportes (como futebol, basquete e atletismo, dentre outros) como estratégia de contextualização para o ensino de Física. A sua fundamentação teórica ocorreu a partir de uma revisão da literatura existente sobre os temas enfocados, com a síntese de trabalhos apresentados em congressos acadêmicos, de artigos publicados em revistas científicas e de livros especializados. Foi realizada inicialmente uma análise, de caráter mais geral, sobre a questão da contextualização no âmbito do ensino de Física. Foram investigadas também diferentes propostas de trabalho didático usando características de determinados esportes para trabalhar com conceitos de Física em sala de aula. Foram analisados adicionalmente vários recursos disponíveis na internet que podem ser usados como ferramentas para a implementação de estratégias de contextualização do ensino de Física, tendo como ponto de partida o estudo de certas práticas esportivas. A pesquisa feita evidenciou o potencial positivo do uso dos esportes como eixo temático no Ensino de Física, bem como a importância de levar em consideração os interesses dos alunos no processo de aprendizagem. Essa é uma investigação exploratória de revisão da literatura, de levantamento de recursos didáticos e de análise das suas possibilidades no ensino.

Palavras-chave: Recurso Didático; Conceito Físico; Contextualização; Física dos Esportes.

Abstract

The main objective of this article is to investigate the possibilities of educational work through an approach that uses sports (such as football, basketball and athletics, among others) as a contextualization strategy for the teaching of Physics. Its theoretical foundation was based on a review of the existing literature on the topics addressed, with the synthesis of works presented at academic conferences, articles published in scientific journals and specialized books. Initially, an analysis of a more general nature was carried out on the issue of contextualization in the context of Physics teaching. Different proposals for didactic work were also investigated using characteristics of certain sports to work with concepts of Physics in the classroom. Several resources available on the internet that can be used as tools for the implementation of contextualization strategies for Physics teaching were additionally analyzed, having as a starting point the study of certain sports practices. The research carried out showed the positive potential of the use of sports as a thematic axis in Physics Teaching, as well as the importance of taking into account the interests of students in the learning process. This is an exploratory investigation of literature review, survey of didactic resources and analysis of their possibilities in teaching.

Keywords: Didactic Resource; Physical Concept; Contextualization; Sports Physics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENSINO DE FÍSICA E CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 ESPORTES E ENSINO DE FÍSICA	5
2. OBJETIVO GERAL	9
3. METODOLOGIA	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	10
4.1 LIVROS E ARTIGOS ANALISADOS	11
4.2 VÍDEOS E BLOGS SELECIONADOS	12
5. CONCLUSÃO	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades didáticas de trabalhar com o estudo de temas esportivos de modo a contextualizar atividades de ensino de Física. Por meio de artigos, livros, blogs e vídeos, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os fundamentos da física presentes nos esportes. O futebol tem um grande destaque principalmente por ser o esporte mais popular no Brasil, porém também foram trabalhados conceitos do basquete e atletismo. Essa contextualização buscou auxiliar na visualização das interrelações entre a realidade fenomenológica e a teoria, assim como despertar o interesse entre os alunos pelo fato de estar sendo atribuído sentido aos conceitos trabalhados.

Este trabalho está configurado da seguinte forma. Após a introdução, com a apresentação dos seus objetivos e de como está estruturado, foram analisados trabalhos de referência a respeito do tema da contextualização no ensino de Física, de modo geral. Na sequência, foram analisados trabalhos acadêmicos e propostas didáticas acerca das possibilidades de uso de diferentes práticas esportivas (como futebol, basquete e atletismo) como elementos motivadores, problematizadores e contextualizadores para o ensino de certos conceitos físicos. A seguir, foi feita uma análise das possibilidades educacionais de diferentes recursos didáticos existentes na internet – como vídeos e blogs, por exemplo – e com acesso aberto para serem usados em atividades de ensino de Física, a partir do uso de determinados esportes específicos, com sugestões que podem ser úteis para professores interessados em implementar este tipo de abordagem didática em suas aulas. Ao término, nas considerações finais, foi feita uma recapitulação das ideias tratadas de modo a sintetizar todo o trabalho que foi realizado.

1.1 Ensino de Física e Contextualização

Há muito disseminada, entre as pessoas em geral, a ideia de que a Física é algo somente acessível para “gênios”, o que cria um obstáculo mental que dificulta a possibilidade de ensino de conteúdos dessa disciplina (ANDRADE; MAIA, 2008), por conta de visões que associam essa ciência a um corpo de conhecimento extremamente abstrato e algébrico, distante das atividades do dia a dia e sem qualquer relação com o cotidiano, ou seja, relacionado com uma realidade à qual as pessoas em geral não têm

acesso: conseqüentemente, com frequência, no ensino médio, muitos alunos aprendem a não gostar de Física (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). Por conseguinte, ao aliar conhecimentos de Física com elementos da realidade dos alunos, esta ciência pode passar a ser encarada como uma ferramenta útil para as pessoas compreenderem melhor aspectos do mundo em que vivem.

Os alunos convivem no seu dia a dia com acontecimentos sociais e fenômenos naturais os mais diferenciados, mas recebem em sala de aula um ensino de Física que se mostra distante de sua realidade: trata-se de uma Física que só “funciona” na escola, mas não consegue tratar dos fenômenos experimentados por eles, o que por decorrência produz falta de interesse, um dos obstáculos para a aprendizagem de qualquer tópico. Portanto, é sempre importante do ponto de vista educacional existir o questionamento sobre o porquê ensinar um determinado conteúdo e levar em consideração se os alunos estão suficientemente motivados para aprender aquilo que se pretende ensinar (RICARDO, 2010). É crucial lidar com – e tentar responder – as questões daqueles estudantes que não veem sentido na Física que aprendem na escola. O processo de contextualização dos saberes a serem ensinados – que não pode ser encarado como uma mera ilustração para começar o estudo de um determinado tópico – é algo fundamental para a aprendizagem e para que isso ocorra é necessário transformar didaticamente aquilo que foi um problema para a ciência em algo que seja realmente um problema para os alunos, ou seja, que faça sentido e os desafie. Os saberes escolares procedem assim de uma estruturação que é diferente daquela que ocorre com os saberes constitutivos das ciências (FAZENDA, 2018). Isso pode ser realizado por meio de atividades didáticas que tenham como ponto de partida um problema associado a uma determinada situação diante da qual os alunos percebiam de fato a necessidade de se apropriar de saberes que eles ainda não têm: o conhecimento científico ao ser ensinado precisa, assim, procurar auxiliar os alunos a conhecerem o mundo ao seu redor (PIETROCOLA, 2001).

Deste modo, novas metodologias de trabalho educacional que superem a rotina burocrática da vida escolar são importantes para produzir, junto aos alunos, um efetivo desenvolvimento cultural e científico que lhes forneça condições para compreender o mundo (LIBÂNEO; PIMENTA, 1999). Tendo em vista esta situação, uma estratégia metodológica bastante efetiva na educação ocorre a partir de situações vivenciadas pelos estudantes, pois ela com frequência consegue produzir um ensino que de fato tenha

significado para eles (TOTI; PIERSON, 2010). O processo de ensino precisa estar voltado para a formação de conceitos científicos que façam sentido na vida cotidiana dos alunos e que promovam uma consciência acerca dos fenômenos que são observados no dia a dia: para isso é fundamental que exista uma interação entre conceitos científicos e acontecimentos presentes na rotina dos alunos. Com o intuito de estruturar um ensino de Física mais próximo da realidade dos alunos, de modo a tentar melhorar a compreensão dos conceitos científicos abordados e ampliar as reais potencialidades de uma aprendizagem mais efetiva, pode ser útil usar métodos que realmente priorizam a compreensão dos conceitos físicos a partir da sua relação com as coisas e os fatos do dia a dia (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

A aprendizagem em Física depende de muitas variáveis, dentre elas, o gostar, algo que guarda relação com a forma como a Física é ensinada e com as ênfases conferidas pelo professor durante as suas aulas, com vistas a, de fato, proporcionar ao aluno condições favoráveis para que desfrute dos momentos de aprendizagem (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

A Física como ciência e a Física escolar não são a mesma coisa, embora, obviamente, estejam relacionadas. De acordo com Chevallard (1991), os conteúdos de Física que são ensinados na escola são provenientes de um processo de Transposição Didática em um caminho que vai dos saberes produzidos pelos cientistas até os saberes escolares: não se trata de uma mera simplificação, mas sim de uma nova reorganização do conhecimento científico (saber sábio) que sofre modificações para que fique apto para ser ensinado (saber escolar). Para a produção do saber a ensinar é necessária uma descontextualização seguida de uma recontextualização sob a forma de um novo discurso com uma certa padronização. Isso pode levar a uma algoritmização excessiva das práticas escolares que, por exemplo, no caso da Física, reduz o seu ensino à mera aplicação de fórmulas para a resolução de exercícios, na forma de treinamento e repetição, variando-se apenas algumas das condições e dos dados fornecidos.

A implementação de um ensino contextualizado depende de vários fatores, em particular das escolhas feitas pelo professor no que diz respeito aos conteúdos e às metodologias adotadas, da cultura escolar e do tipo de currículo adotado pela escola. Para ser bem-sucedida a contextualização tem que estar relacionada a uma estratégia de problematização, ou seja, de construção de situações-problema, que devem ser planejadas

para estruturar o cenário de aprendizagem que será explorado pelo professor, com pontos de partida e pontos de chegada, e que irão criar ambientes de aprendizagem nos quais os alunos atribuam significado ao que é aprendido. É fulcral ter em mente que de início muitos dos problemas científicos não são naturais para os alunos (RICARDO, 2010).

Conteúdos de mecânica estão geralmente entre os assuntos mais abordados na disciplina de Física do ensino médio, sobretudo no primeiro ano dessa etapa de ensino. A Física newtoniana é extensa e está associada a assuntos de áreas como cinemática, dinâmica, estática e gravitação que podem ser estudados por meio de um processo de contextualização, a partir da realidade cotidiana dos alunos (BASTOS; MATTOS, 2009). A integração ao conteúdo curricular de fenômenos presentes no cotidiano colabora para o processo de complexificação do conhecimento, pelo fato de ampliar o número de conexões na rede de significados dos estudantes. Adicionalmente, a noção de cotidiano acaba trazendo para a discussão questões sociais, ambientais, políticas e econômicas, o que possibilita a realização de um trabalho educacional de caráter interdisciplinar que vá além das questões conceituais próprias do âmbito das ciências naturais (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), de modo a viabilizar um ponto de cruzamento entre atividades disciplinares e interdisciplinares com lógicas diferentes, estruturando um equilíbrio entre a análise fragmentada e a síntese simplificadora, que possibilita compreender com mais profundidade os fenômenos estudados (LEIS, 2005).

O processo de contextualização requer a existência de um espírito crítico a respeito da questão de se a Física está sendo aplicada corretamente, também sobre se estão sendo incluídos todos os ingredientes essenciais na explicação proposta. É interessante trabalhar em termos de estimativas, para ter uma ideia do “tamanho” (número) que se prevê como resultado para a grandeza que está sendo mensurada. Auxilia para ganhar confiança de que a proposta de representação da realidade em foco pode, de fato, descrever o mundo de modo aproximativo. A contextualização no ensino de Física é uma oportunidade para aprofundar o debate acerca da relação existente entre modelo e realidade, de modo a refletir sobre o quanto o processo de modelagem realizado é eficaz para reproduzir a realidade e sobre quais são as suas limitações, para que os alunos consigam compreender a ideia de que um modelo é uma tentativa de representação limitada e aproximada da realidade (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR., 2013), que está sujeito a determinadas

restrições, como, não violar princípios básicos da Física, como as leis de conservação da energia, do momento linear e do momento angular (ADAIR, 2002).

Em geral, contextualizar acaba sendo uma estratégia muito utilizada com o intuito de focar o cotidiano do aluno e seu entorno físico, relacionando-o com a física, de modo que certos conceitos passem a fazer sentido para quem não sabia das suas utilizações da ciência. Esse efeito mostra que a contextualização não é uma mera ilustração para iniciar um conteúdo, mas pode permitir uma melhor compreensão do conteúdo ensinado se ele for bem trabalhado (RICARDO, 2010). Mas é importante também que a contextualização promova um debate acerca da relação entre modelo e realidade, refletindo sobre esse processo epistemológico da ciência.

1.2 Esportes e Ensino de Física

Refletir sobre a Física existente nas atividades esportivas pode ajudar a entender melhor essa ciência, tornando a sua aprendizagem mais efetiva (HELENE, 2019): uma fração considerável da população humana mundial exibe um grande interesse por eventos esportivos, como é possível perceber pelo grande número de pessoas que acompanham as competições das Olimpíadas e os jogos da Copa do Mundo. Entretanto pode não ser fácil encontrar estudos mais abrangentes sobre a Física subjacente à cada prática esportiva, em específico (FROHLICH, 2011).

Física e esportes são áreas intensamente relacionadas, porque, em última análise, todo esporte depende da capacidade de um atleta de exercer uma dada força, e o conceito de força é um dos elementos-chave das leis de Newton na Mecânica Clássica que permitem compreender os movimentos e modelar as formas como eles ocorrem (ARASA, 2016). Dentre os conceitos de Física que desempenham um papel relevante em diversos esportes, podem ser citados: trabalho, energia, momento linear, momento angular, força de atrito e força aerodinâmica. As leis da Física, obviamente, restringem o que uma pessoa pode ou não fazer em termos de esportes (GOMES, 2005) e, portanto, devem ser consideradas quando se analisam as potencialidades de cada modalidade esportiva no que diz respeito a quebras de recordes, por exemplo.

A Física procura estudar o mundo para entender como as coisas funcionam, criando modelos e tentando prever as suas consequências, ou seja, o que acontecerá em experimentos realizados no mundo real, com um certo nível de acurácia, seja a partir da aplicação algébrica das leis conhecidas da Física, seja por meio de simulações que

programamos tendo como base essas mesmas leis (GOFF, 2010). Ao aprender sobre Física no contexto dos esportes, é possível entender outros fenômenos que ocorrem para além dos esportes, pois ela fornece uma espécie de caixa de ferramentas científicas que podem ser aplicadas em diferentes contextos de modo a tentar prever o que acontece em cada tipo de situação, desde que sejam informadas as condições iniciais. O mundo dos esportes oferece uma fonte muito grande de exemplos de Física. Embora as pessoas obtenham a maior parte do prazer que experimentam com os esportes praticando-os ou assistindo-os como torcedores, pode ser divertido também estudá-los do ponto de vista dos aspectos científicos envolvidos: compreender o motivo pelo qual algo acontece pode ser profundamente gratificante.

Para explicar movimentos nos esportes por meio da Física é importante destacar que muitas vezes, numa dada situação, há vários conceitos de Física envolvidos, ao mesmo tempo, e que devem ser considerados em conjunto para explicar uma determinada propriedade ou característica observada. Isso contribui para ampliar a compreensão acerca da complexidade do problema tratado, conseguindo trazer um número maior de dados e perspectivas sobre o tema tratado. Por exemplo, a determinação de qual é o espaçamento ideal dos dedos das mãos na natação é um problema complexo que para ser estudado precisa do uso de diferentes áreas do conhecimento e que pode ser modelado de forma melhor a partir de recursos computacionais que permitem cálculos com simulações tridimensionais (DARÁZS; PAÁL, 2016).

Desde Galileu, há mais de 4 séculos, esferas (como as bolas de futebol ou basquete) têm sido usadas pelos físicos em geral para estudar movimentos, em particular nos casos envolvendo forças de atrito ou de resistência do ar (DUPEUX *et al.*, 2010). Os esportes com bola existem na história há milhares de anos, sendo que vários deles fazem parte dos jogos olímpicos, tais como o futebol, o basquete, o vôlei, o handebol, o tênis, o tênis de mesa, o golfe, o polo aquático e o hóquei no gelo: todos eles diferem na forma como ocorre o lançamento, bem como no tamanho e na massa da bola, dentre outros fatores. Essas diferenças produzem distintas velocidades e diferentes formas para maximizá-las: um desafio que é compartilhado por grande parte dos jogos de bola é como aumentar a velocidade da bola de forma mais rápida (COHEN; CLANET, 2016). A análise da trajetória das bolas nestes esportes permite que sejam exploradas a área da Física associada à balística, ou seja, ao estudo acerca do lançamento de projéteis e, em particular,

de trajetórias parabólicas ou quase parabólicas. Dentre os principais tipos de curvas que podem ser estudados no futebol, por exemplo, estão linhas retas, ziguezague, parábolas, círculos e espirais (DUPEUX *et al.*, 2011).

A trigonometria pode ser aplicada na análise de lançamento de um projétil como uma bola de futebol em um chute de longa distância, sobretudo para estudar o ângulo de lançamento para que o alcance (a distância atingida pelo chute na horizontal, até a bola tocar no solo novamente) seja o maior possível: esse é um problema clássico de maximização, cujo resultado é 45° , um meio termo de um chute nem tanto na horizontal, nem tanto na vertical. Todos os esportes com bolas são também determinados pela Física associada à aerodinâmica e ao escoamento de fluídos (WALKER, 1999), de modo a considerar como os dois tipos de fluxo de ar que podem ser estudados, o laminar e o turbulento, interferem nas características da região próxima à bola, durante o seu movimento, o que afeta o arrasto nela. Conhecimentos de biomecânica, relacionados a esportes, podem ser usados para complexificar as concepções dos alunos, que poderão se sentir motivados pela construção de um conhecimento escolar que dê conta, de fato, de suas vivências e interesses (BASTOS; MATTOS, 2009). Existe vantagens em utilizar a contextualização como estratégia de ensino mesclando a teoria com a realidade, porém devem ser trabalhados juntamente com os alunos os diversos fatores que afetam um dado fenômeno. A teoria muitas vezes desconsidera aspectos que influenciam no estudo de um movimento: um exemplo é desprezar a resistência do ar e o vento. Para evitar problemas, é importante tratar esses aspectos em sala de aula, de modo que o que se estuda seja minimamente condizente com a realidade.

Assim como ocorre com outros esportes, o futebol, que é o esporte mais popular do Brasil, é basicamente constituído de movimentos ordenados, da bola e dos jogadores, que devem seguir as leis da mecânica clássica. As ações dos jogadores guardam intenções que são em parte moldadas não somente pelas leis (regras) do futebol (ou de outro esporte qualquer em questão), mas também pelas leis (princípios) da Física: a análise destas duas diferentes concepções para a palavra “lei” pode ser utilizada para aprofundar a compreensão dos alunos a respeito da natureza da ciência. Obviamente, compreender os princípios físicos envolvidos provavelmente não fará alguém jogar melhor, mas ajudará a compreender um pouco mais a respeito de determinados lances esportivos (DUARTE; OKUNO, 2012), bem como poderá fazer com que se aprenda a desfrutar do conhecimento

físico pelo empoderamento que ele confere aos seres humanos que passam a compreender melhor o mundo a sua volta.

Dois fenômenos da Física, a "crise do arrasto" ("*drag crisis*", em inglês) e a força de Magnus (ou efeito Magnus) se destacam em diversas jogadas dentro do futebol. A crise do arrasto – associada à queda do coeficiente de arrasto (KROETZ, 2013) – envolve a redução brusca que a resistência do ar sofre quando a velocidade da bola ultrapassa um certo limite (AGUIAR; RUBINI, 2004). Esse fenômeno que ocorre na transição entre os regimes de fluxo laminar e turbulento (ADAIR, 1995) é bem conhecido na dinâmica de fluidos.

Já a “força de Magnus”, uma força de sustentação perpendicular à velocidade, surge quando uma bola de futebol (que tem um certo diâmetro) em movimento de translação gira também em torno de seu centro, como pode ocorrer em um chute à distância: essa força lateral sobre a bola que está girando acaba por desviar o curso esperado da trajetória de voo da bola, em relação ao movimento que ela teria se fosse um ponto material sem extensão (ASAI *et al.*, 2020). A explicação para o efeito Magnus numa bola chutada com “efeito” (de “trivela”) é realizada a partir do comportamento da camada limite de ar sob rotações. Quando existe essa rotação na bola nota-se que o ar da camada limite é “lançado” no sentido em que a bola está rotacionando. De acordo com o princípio de Bernoulli, em diferentes pontos de uma corrente uniforme, se um fluido se movimenta com velocidades diferentes, nos pontos de maior velocidade observa-se uma menor pressão e vice-versa. Nos pontos em que a bola e o ar se movimentam na mesma direção a velocidade é maior, portanto, a pressão é menor; no outro lado, em que o ar se move contrário à bola, a velocidade é menor, portanto, a pressão é maior. A diferença entre as forças nos dois lados, provoca uma força resultante que acaba por “encurvar” a trajetória e a bola se desvia “para o lado” em relação ao caminho de um “ponto material”.

Os dois fenômenos aerodinâmicos combinados, a crise do arrasto e o efeito Magnus, tem um papel fundamental nos movimentos de uma bola em um jogo de futebol: levando-os em consideração, é possível, por exemplo, compreender como chutar uma bola com o intuito de aumentar o seu alcance ou como chutar uma bola com o intuito que ela descreva uma trajetória com uma curvatura lateral (AGUIAR; RUBINI, 2004).

Já no caso de uma partida de basquete, no movimento do Centro de Massa (CM) de um jogador que salta, a trajetória tem que ser analisada levando em consideração as

características do salto. Por exemplo, quando o jogador está com seus braços levantados, o ponto do CM está mais alto em relação ao tronco do corpo do jogador, porém ele não subiu mais no ar, mas apenas conseguiu erguer a bola com as mãos de modo que sua trajetória continuou a mesma. Entretanto a impressão visual produzida é a de que o jogador fica por muito mais tempo no ar. Isto se deve ao jogador levantar a bola com a mão no ar quando vai enterrar; assim percebemos que o aparente maior “*hangtime*” (quantidade de tempo que um jogador fica no ar depois de pular) é ilusório, o que torna essa jogada uma das mais bonitas do basquete (MICHA; FERREIRA, 2013).

Há diversos aspectos de competições de atletismo que podem ser úteis para discutir aspectos importantes da Física. Por exemplo, é possível refletir sobre os conceitos de velocidade média e de velocidade instantânea (BULOS, 2009), a partir da caracterização das diferenças existentes entre corridas de curta distância (os 100 m rasos, por exemplo) e corridas de longa distância (a maratona, que se prolonga por 42,195 km, por exemplo), bem como entre os corredores destas competições, velocistas e fundistas, respectivamente. Já no caso do salto em distância, os principais aspectos dinâmicos que influenciam na distância do salto, que precisam ser considerados, são a velocidade de aproximação do atleta e as forças exercidas pelo solo sobre os pés no exato momento que precede o salto (BREARLEY; MESTRE, 2000).

2. Objetivo Geral

- Analisar os conteúdos de física que estão envolvidos em esportes populares no Brasil, por meio de material bibliográfico e videográfico, buscando investigar metodologias e assuntos com potencial de aplicação numa sala de aula.

3. Metodologia

Este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades didáticas de trabalhar com o estudo de temas esportivos de modo a contextualizar atividades de ensino de Física. Para fundamentar esta pesquisa, foi realizado um trabalho de revisão bibliográfica da literatura existente (tanto em português, quanto em inglês) acerca dos temas em foco – tais como ensino de Física, contextualização, esportes e recursos didáticos – por meio da leitura e da síntese de trabalhos publicados em congressos acadêmicos, artigos de revistas científicas e livros especializados sobre os temas em questão. Foram utilizados artigos

publicados entre os anos de 1991 e 2022, contemplando diversas visões sobre o tema. Grande parte destes referenciais teóricos foi encontrada por meio de busca na internet, usando, para isto, de recursos como o “Google Scholar”¹ (“Google Acadêmico”) e a Scielo – Biblioteca Eletrônica Científica Online²: o primeiro foi escolhido pela sua amplitude, já o segundo, pela boa reputação dos artigos publicados.

Inicialmente foram lidos e analisados trabalhos de referência a respeito do tema da contextualização no ensino de Física, de modo geral, bem como artigos e propostas educacionais que tivessem como foco o uso de práticas esportivas (como futebol, basquete e atletismo) para motivar e contextualizar o ensino de conceitos de Física. Os esportes foram escolhidos por terem uma grande popularidade no Brasil, facilitando na tarefa de contextualização e no modo como as explicações se relacionam com a física envolvida. Foram também investigadas as possibilidades educacionais do uso de recursos didáticos de livre acesso na internet, tais como vídeos e blogs, em atividades de ensino de Física. Este trabalho tem como intuito também fazer sugestões úteis para professores que estejam interessados em implementar estratégias como essas em suas aulas.

4. Resultados e Discussões

Um amplo e detalhado guia acerca da literatura existente (em inglês) sobre a Física presente nos esportes, de autoria de Cliff Frohlich³, foi publicado, em 2011, pelo *American Journal of Physics*, com 251 sugestões de livros, artigos e trabalhos que podem ser recursos úteis para professores de Física em busca de exemplos de esportes para serem utilizados em suas aulas. Pela sua grande diversificação, esse trabalho auxiliou na seleção de assuntos pertinentes, realizando um filtro de esportes e conceitos com potencial para serem trabalhados em sala de aula. Alguns vídeos curtos e disponíveis de modo aberto em plataformas como o *YouTube* podem ser muito úteis para trabalhar educacionalmente com a Física existente em diversas práticas desportivas. A seguir, serão discutidos alguns destes vídeos, bem como outros recursos didáticos que podem ser utilizados.

Os jogadores de futebol geralmente treinam jogadas específicas para surpreender e fazer a diferença dentro do jogo quando for preciso, de modo a conseguir uma vitória.

¹ Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

² Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

³ Disponível em: <https://www.mindat.org/reference.php?id=5743638>. Acesso em: 25 nov. 2022.

Um dos chutes mais impressionantes de longa distância do futebol foi o denominado “gol que Pelé não fez”⁴ na Copa do Mundo de Futebol de 1970, no jogo do Brasil contra a Tchecoslováquia: este gol “que quase foi feito” partiu de um chute realizado do meio de campo. Uma exploração investigatória inicial, por meio do uso do vídeo deste lance, pode estar relacionada ao estudo do alcance atingido pela bola em função da velocidade de chute e do ângulo do chute em relação à horizontal. Nesse sentido, ao trabalhar com um problema como esse em sala de aula, o professor tem que ter a humildade de deixar de ser o “foco de todo o saber” e trocar esta incumbência pela tarefa de orientar as discussões dos alunos diante de uma situação problema como essa, elaborada para ser trabalhada em sala de aula com objetivos didáticos (OLIVEIRA JÚNIOR, 2017).

4.1 Livros e Artigos Analisados

A coluna “Física sem mistério”⁵ (disponível no site da Revista “Ciência Hoje”), publicada pelo físico Adilson de Oliveira, que é professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), discute temas relacionados à Física, de modo acessível para o público leigo; seus artigos se encontram abertos para a leitura de qualquer interessado. Por exemplo, o artigo “A busca pela glória Olímpica” trata de conceitos de Física que estão presentes em vários esportes, como natação, atletismo e futebol (OLIVEIRA, 2008); os artigos desta coluna deram origem, posteriormente, ao livro “Física sem mistério” do mesmo autor (OLIVEIRA, 2020).

Os quatro capítulos do livro “Física no Futebol” (DUARTE; OKUNO, 2012), intitulados “1-Movimento”, “2-Força”, “3-Energia” e “4-Fluídos” tratam de modo contextualizado – e com o recurso de imagens bastante explicativas – de temas de Mecânica que são usualmente trabalhados no primeiro ano do ensino médio.

O Professor David R. Heskett da Universidade de Rhode Island, nos Estados Unidos, produziu um livro-texto (em inglês) intitulado “*Physics of Sports: a Textbook*” (HESKETT, 2020) que está disponível com acesso aberto na internet para qualquer interessado, sob *Licença Creative Commons*. Em particular, nesta obra, tendo em vista o seu potencial didático, podem ser destacados os capítulos “1 – *Motion in One Dimension*”

⁴ Disponível em: <https://youtu.be/Xul9YKLLyT4>. Acesso em: 12 mar. 2022.

⁵ Disponível em: https://cienciahoje.org.br/coluna_category/fisica-sem-misterio/. Acesso em: 12 mar. 2022.

(Movimento em Uma Dimensão”, “2 – *Motion in Two Dimensions*” (Movimento em Duas Dimensões) e “10 – *Sports on the Moon*” (“Esportes na Lua”). No site da Universidade de Rhode Island onde este livro pode ser acessado, estão disponíveis também, para serem baixados, diversos vídeos de curta duração que exemplificam didaticamente os conceitos de Física trabalhados na obra⁶.

Giordano and Nakanishi (2006), em seu livro “Computational Physics” propõe um código de programa simples – é o exemplo 2.1 desta obra – para calcular computacionalmente como a velocidade de uma bicicleta varia com o tempo. Para isso, a 2ª Lei de Newton é usada para determinar como ocorre o movimento, de modo a encontrar soluções numéricas para este problema.

Há Congressos Acadêmicos tendo como tema central as interrelações entre Física e Esportes, que acontecem em diferentes países do mundo e reúnem pesquisadores que trabalham em diferentes linhas de investigação. Para ilustração, entre 6 e 8 de dezembro de 2021, na cidade de Lyon, na França, ocorreu a Conferência “Sports Physics 2021”, com a apresentação de trabalhos de cientistas de diferentes áreas, como mecânica dos sólidos, hidrodinâmica, Física computacional, matemática e estatística, dentre outras.

4.2 Vídeos e Blogs selecionados

O efeito Magnus pode ser utilizado para explicar o famoso gol feito pelo jogador brasileiro Roberto Carlos contra a equipe da França, em 1997⁷: nesse lance, a bola parecia, pela sua trajetória inicial, que iria para fora do gol, mas com o “efeito”, ela fez uma curva, desviou-se da trajetória que teria, se fosse um ponto material, e acabou entrando no gol. A explicação sobre a curva lateral realizada pela bola neste lance⁸ pode ser auxiliada por recursos audiovisuais do vídeo desta jogada, por exemplo. O vídeo “*What Is The Magnus Force?*”⁹ (“O que é a força de Magnus?”) do canal Veritasium do *YouTube* e com duração de cerca de 3 minutos, pode também auxiliar professores na tarefa de explicar o efeito

⁶ Disponível em: <https://digitalcommons.uri.edu/physicsofsports/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

⁷ Disponível em: <https://youtu.be/ItZwYNWUONw>. Acesso em: 12 mar. 2022.

⁸ Disponível em: <https://youtu.be/kKwCF07IjiM>. Acesso em: 12 mar. 2022.

⁹ Disponível em: <https://youtu.be/23f1jvGUWJs>. Acesso em: 12 mar. 2022.

Magnus; este vídeo é falado em inglês, mas há a possibilidade de acionar a tradução automática da legenda para o português pelo *YouTube*.

O vídeo da web-conferência “A Física dos cem metros rasos”¹⁰ (com cerca de 1 hora e 25 minutos de duração), ministrado pelo professor Otaviano Helene, do Instituto de Física da USP, pode fornecer ideias interessantes para serem discutidas em sala de aula por professores de Física, como, por exemplo, para tratar do caso do recorde mundial de 9,58 s para a corrida de 100 metros rasos, conseguido pelo atleta jamaicano Usain Bolt, em 2009, durante o Campeonato Internacional de Atletismo de Berlim, na Alemanha. Uma outra web-conferência também do professor Otaviano Helene, intitulada “Tsunami e Outras Ondas!”¹¹ (com cerca de 1 hora e 55 minutos de duração) pode ser muito útil também para fornecer ideias práticas para serem implementadas em situações de ensino de Física, neste caso, sobre Ondulatória.

Da mesma forma, a web-conferência “CONNECTA – A Física dos Esportes”¹² (com duração de aproximadamente 1 hora e 7 minutos), disponibilizada pelo canal “Museu Ciência e Vida” do *YouTube*, apresenta um debate muito proveitoso, em termos didáticos, entre Mônica Santos Dahmouche, professora da Fundação Cecierj, e Marcos Duarte, professor da UFABC e um dos autores do livro “Física do Futebol” (DUARTE; OKUNO, 2012). A palestra TED ministrada por Helen Czerski e intitulada “*The fascinating Physics of everyday life*”¹³ (“A fascinante Física da vida cotidiana”), de aproximadamente 15 minutos de duração e com a possibilidade de acionar a legenda em português, pode ser bastante útil para professores de Física.

O blog “Ciências Olímpicas”¹⁴, mantido pelo professor Otaviano Helene, apresenta inúmeros artigos curtos acerca de aplicações de conceitos de Física em uma grande gama de atividades esportivas, a partir de ideias que foram exploradas em artigos publicados em revistas como a *Scientific American Brasil*, a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, a *Ciência Hoje*, o *American Journal of Physics*, o *Physics Teacher* e o *European Journal of Physics*. Dentre os vários artigos existentes neste blog e que podem ser utilizados para

¹⁰ Disponível em: <https://youtu.be/qoea7fLMTzk>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹¹ Disponível em: <https://youtu.be/-HCWrXJlu4U>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹² Disponível em: <https://youtu.be/tdcIcxFiaXg>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹³ Disponível em: https://youtu.be/_ryJK294Psw. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹⁴ Disponível em: <http://cienciasolimpicas.blogspot.com/2011/09/por-que-os-ciclistas-precisam-fazer.html>. Acesso em: 12 mar. 2022.

fornecer elementos para a estruturação de sequências didáticas, estão, por exemplo, “Por que os ciclistas precisam fazer força para andar com velocidade constante?”, “Arremessos de coisas: como jogar uma coisa bem longe”, “Como um barco a vela pode andar contra o vento e mesmo mais rápido do que o vento?”, “Marcha atlética: por que rebolar?” e “Salto com varas: corra mais rápido para saltar mais alto”. Este blog esteve na gênese do livro “Física e esportes” escrito pelo mesmo autor (HELENE, 2019).

O professor Otaviano Helene também é o responsável pelo blog “Física enlatada, pronta para consumo”¹⁵ sobre a Física das coisas do dia a dia, com artigos curtos como “Se o ar quente sobe ...por que é frio nas montanhas e quente no litoral?”, “Para onde vai a energia em uma freada?” e “Meça o raio da Terra”. Este blog esteve na gênese de um outro livro do mesmo autor, “Um pouco da Física do Cotidiano” (HELENE, 2016), cujo capítulo V, intitulado “Física dos esportes”, tem 8 subcapítulos que podem ser úteis no planejamento de atividades educacionais: V-1 Sobre saltos – O salto em distância; V-2 Salto em altura com vara; V-3 Salto em altura sem vara; V-4 Arremessos; V-5 Os 100 metros rasos; V-6 Quem ganha uma corrida? Um atleta, um carro possante ou um avião? V-7 Tem uma vela acesa dentro da barriga de cada um de nós; V-8 Força, potência e energia em atividades físicas e esportivas.

O site (em inglês) “*Real World Physics Problems*”¹⁶ (“Problemas de Física do Mundo Real) tem uma seção denominada “*The Physics Of Sports*” (“A Física dos Esportes) que discute aplicações de conceitos de Física em alguns esportes, como Tiro com Arco (“Arco e Flecha”), Beisebol, Basquete, Biliar e Boliche, com a apresentação de vídeos, imagens gráficas e fotografias de apoio para as explicações que são realizadas.

O canal do Ted-Ed¹⁷ do *YouTube* também apresenta bons vídeos curtos de animação com recursos audiovisuais que ajudam na compreensão de conceitos importantes de Física em atividades físicas. É por exemplo, o caso dos vídeos a seguir, todos eles com entre 3 e 5 minutos de duração: “A Física do futebol: a cobrança de falta ‘impossível’”¹⁸ de Erez Garty; “A matemática atrás do tempo no ar lendário de Michael Jordan”¹⁹ de

¹⁵ Disponível em: <http://fisicaenlatada.blogspot.com/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹⁶ Disponível em: <https://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-sports.html>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/teded>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹⁸ Disponível em: <https://youtu.be/m57cimnJ7fc>. Acesso em: 12 mar. 2022.

¹⁹ Disponível em: <https://youtu.be/sDbmcPnzwy4>. Acesso em: 12 mar. 2022.

Andy Peterson e Zack Patterson; “Um atleta faz uso da Física para quebrar recordes mundiais”²⁰ de Asaf Bar-Yosef; “A Física do ‘passo mais difícil’ do balé”²¹ de Arleen Sugano; “A Física do surfe”²² (“*The Physics of surfing*”) de Nick Pizzo.

No caso da Física no pingue-pongue, o estudo do movimento da bola deve considerar que ela tem uma massa muito pequena, em comparação com as massas de outros esportes com bolas. Para investigar a dinâmica da interação da bola com a raquete são necessários conceitos de Física como momento linear, momento angular e força de atrito (WIDENHORN, 2016). Em particular, é possível rastrear o movimento da bola por meio de gravações em vídeo e de ferramentas de modelagem e análise de vídeo, como é o caso do Tracker²³. Este tipo de investigação pode ser feito em um laboratório de Física ou até mesmo em casa, por alunos do ensino médio ou por estudantes universitários. Alguns artigos publicados mostram resultados satisfatórios, como o artigo de Glover e Kaelbling (2014) no qual se utiliza o Tracker para análise do movimento da bola do tênis de mesa.

5. Conclusão

Este trabalho tem como um de seus fundamentos a ideia de que o ensino de Física pode ser mais produtivo se ocorrer por uma abordagem contextualizada que leve em consideração o universo de referências e de experiências dos alunos, em especial, pelo uso de temas esportivos no processo de aprendizagem de conceitos físicos. Assim, com o intuito de investigar esta hipótese, realizamos inicialmente uma pesquisa bibliográfica acerca da literatura de fundamentação teórica existente, sobretudo na área de ensino de Física, acerca da questão da contextualização como estratégia didática. Foram investigados também diferentes trabalhos acadêmicos sobre o uso de vários tipos de esportes como estratégia de contextualização para a aprendizagem de conceitos de Física. Com o intuito de colaborar com os leitores interessados pelo tema e, em especial, com professores que pretendem usar este tipo de abordagem, foram analisados diversos

²⁰ Disponível em: <https://youtu.be/RaGUW1d0w8g>. Acesso em: 12 mar. 2022.

²¹ Disponível em: <https://youtu.be/15VgOdgptRg>. Acesso em: 12 mar. 2022.

²² Disponível em: <https://youtu.be/5nCcE-jABSo>. Acesso em: 12 mar. 2022.

²³ Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

recursos didáticos disponíveis na internet que possibilitam trabalhar com as interfaces entre a Física e os Esportes em sala de aula.

Este artigo de revisão da literatura e de análise de recursos didáticos evidenciou que há um amplo leque de possibilidades didáticas para o uso de diferentes práticas esportivas como elementos para a contextualização de conceitos chave de várias áreas da Física. Em particular, a investigação realizada tornou bastante evidente a importância de que qualquer processo de aprendizagem, para ser minimamente bem-sucedido, precisa levar em consideração os interesses e as motivações dos alunos.

6. Referências Bibliográficas

ADAIR, Robert Kemp. The Physics of baseball. **Physics Today**, v. 48, n. 5, p. 26-31, 1995. Disponível em: http://baseball.physics.illinois.edu/Adair_PhysicsToday_May95.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

ADAIR, Robert Kemp. **The Physics of baseball**. New York, U.S.A.: Perennial, 2002.

AGUIAR, C.; RUBINI, G. A aerodinâmica da bola de futebol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26 n. 4, p. 297-306, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n4/a03v26n4.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

ANDRADE, C. R.; MAIA, S. Ensino da Física e o cotidiano: a percepção do aluno de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 4, n. 4, 04440, 2008. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/610/268>. Acesso em: 14 jan. 2022.

ARASA, Carine. **The physics of sports: From swimming to sports gear, Physics principles are at the heart of athletics**. Elsevier, 2016. Disponível em: <https://www.elsevier.com/connect/the-physics-of-sports>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ASAI, Takeshi *et al.* Measurements of the Flight Trajectory of a Spinning Soccer Ball and the Magnus Force Acting on It. **Proceedings of The 13th Conference of the International Sports Engineering Association**, v. 49, n. 1, 88, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-3900/49/1/88>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BASTOS, Patrícia Weishaupt; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Esporte: Um aliado para o ensino de Física. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/273.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER, Sandra E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, agosto de 2007. Disponível em:

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/gostar_e_aprender.pdf. Acesso em 14 jan. 2022.

BREARLEY, Maurice N.; MESTRE, Neville J. de. Dynamics of the long jump. **Proceedings of the Fifth Australian Conference on Mathematics and Computers in Sport**, p. 52-57, 2000. Disponível em: <http://www.mathsportinternational.com/anziarn/Mathsport%205.pdf#page=10>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BULOS, R. Santiago. Interdisciplinaridade e contextualização da Física através do esporte. **Enseñanza de las Ciencias**, Num. Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 578-582, 2009. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293684/382210>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires, Argentina: Aique, 1991.

COHEN, I. C.; CLANET, C. Physics of ball sports. **Europhysics News**, v. 47, n. 3, p. 13-16, 2016. Disponível em: <https://www.europhysicsnews.org/articles/e pn/pdf/2016/03/e pn2016473p13.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

DARÁZS, Bence Dániel; PAÁL, György. Optimum Finger Spacing for Swimmers. **Periodica Polytechnica Mechanical Engineering**, v. 60, n. 1, p. 1-14, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290977437_Optimum_Finger_Spacing_for_Swimmers. Acesso em: 15 jan. 2022.

DUARTE, Marcos; OKUNO, Emico. **Física do Futebol**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

DUPEUX, Guillaume *et al.* The spinning ball spiral. **New Journal of Physics**, v. 12, 093004, 2010. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1367-2630/12/9/093004#references>. Acesso em: 14 jan. 2022.

DUPEUX, Guillaume *et al.* Football curves. **Journal of Fluids and Structures**, v. 27, n. 5–6, p. 659-667, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2011.03.022>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FAZENDA, Ivani (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

FROHLICH, Cliff. Resource Letter PS-2: Physics of Sports. **American Journal of Physics**, v. 79, n. 6, p. 565-574, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228448358_Resource_Letter_PS-2_Physics_of_Sports. Acesso em: 15 jan. 2022.

GLOVER, Jared; KAELBLING, Leslie Pack. Tracking the spin on a ping pong ball with the quaternion bingham filter. **IEEE international conference on robotics and automation**, p. 4133-4140, 2014.

GOFF, John Eric. **Gold Medal Physics: The Science of Sports**. Baltimore, U.S.A.: The Johns Hopkins University Press, 2010.

GOMES, Marcelo Andrade de Filgueiras. Física e esporte. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 36-39, 2005. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a18v57n3.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

GIORDANO, Nicholas J.; NAKANISHI, Hisao. **Computational Physics**. 2nd ed. Upper Saddle River, U.S.A.: Pearson Prentice Hall, 2006.

HELENE, Otaviano. **Um pouco da Física no cotidiano**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

HELENE, Otaviano. **Física e Esportes**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

HESKETT, David R. **The Physics of Sports: a Textbook (with answers)**. Rhode Island: University of Rhode Island, 2022. Disponível em: <https://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=physicsofsports>. Acesso em: 15 jan. 2022.

KROETZ, Tiago. O efeito da “crise do arrasto” no mergulho de altura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 3308, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rjdxjpTd7g5q5hhSgbzV87B/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2022.

LEIS, Héctor Ricardo. Sobre o Conceito da Interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, v. 6, n. 73, p. 1-23, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/2176>. Acesso em: 12 jan. 2022.

LIBÂNEO, José Carlos; PIMENTA, Selma. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudanças. **Revista Educação e Sociedade**, ano XX, n. 68, p. 239-277, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73301999000300013>. Acesso em 01 dez. 2019. Acesso em: 14 jan. 2022.

MICHA, Daniel Neves; FERREIRA, Mauro. Física no esporte - Parte 1: Saltos em esportes coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do corpo humano a partir do conceito de centro de massa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35 n. 3, 3301, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n3/a01v35n3.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OLIVEIRA, Adilson de. A busca pela glória Olímpica. **Ciência Hoje**, 2008. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/a-busca-pela-gloria-olimpica/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OLIVEIRA, Adilson. **Física sem mistério**. Curitiba: Editora Appris, 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, Amarildo. **Trigonometria: da origem às aplicações no esporte**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Goiás (UFG), Jataí, 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7981/5/Disserta%20a7%20a3o%20-%20Amarildo%20de%20Lima%20Oliveira%20J%20c3%20banior%20-%202017.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física: conteúdo**,

metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de Física: Coleção Ideia em Ação**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE JR., Olival. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4163>. Acesso em: 15 jan. 2022.

TOTI, Frederico Augusto; PIERSON, Alice Helena Campos. Elementos para uma aproximação entre a Física no ensino médio e o cotidiano de trabalho de estudantes trabalhadores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 527-552, 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/261/183>. Acesso em: 14 jan. 2022.

WALKER, Marc. **The Physics Ball Sports**. Department of Physics, University of Warwick, Coventry, England, 1999. Disponível em: http://caiciss.co.uk/ball_sports.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

WIDENHORN, Ralf. The Physics of juggling a spinning ping-pong ball. **American Journal of Physics**, v. 84, n. 12, p. 936-942, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.4964104>. Acesso em: 15 jan. 2022.