



**Argumentação matemática como ferramenta didática no ensino por
investigação em aulas de Física**

*Mathematical argumentation as a didactic tool in teaching by
investigation in physics classes*

Lucas Ferreira Rodrigues

Universidade Federal do Pará – UFPA - (IENCI - PPGDOC)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6071-8266>

e-mail: elucasfrodrigues@gmail.com

Guilherme Laranjeira Mendonça Oliveira

Universidade Municipal de São Caetano do Sul – (USCS)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5707-1000>

e-mail: laranjeiraguilherme@gmail.com

Resumo

A emergência abrupta das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) deu-se devido os impactos causados pelo isolamento social, motivando os professores a adaptar e sistematizar suas aulas a partir desses recursos tecnológicos. Assim, este estudo, de caráter qualitativo, propõe o uso do Ensino por Investigação em uma abordagem interdisciplinar, com objetivos de atrelar os conhecimentos das áreas de Matemática e Física e proporcionar ao aluno perceber que tais disciplinas do currículo escolar podem ser mediadas por situações-problemas com vista a instiga-los a refletir e solucionar problemas de ordem prática. O campo de pesquisa foi uma turma composta por 26 alunos do 1º ano do ensino médio e na análise dos resultados constatou-se uma possível evolução com relação ao aprendizado destes, por meio da metodologia aplicada, considerando que estes possuíam preconceitos e dificuldades com os assuntos propostos nas disciplinas. Entretanto, o ensino por investigação proporcionou maior contato com a aplicação da teoria, diminuindo a distância entre teoria e prática, além de possibilitar uma relação com seu cotidiano.

Palavras-chaves: Ação Docente; Ensino por Investigação; Matemática; Física; Interdisciplinaridade.

Abstract

The sudden emergence of Digital Technologies of Information and Communication (TDIC) was due to the impacts caused by social isolation, motivating teachers to adapt and systematize their



classes based on these technological resources. Thus, this qualitative study proposes the use of Teaching by Investigation in an interdisciplinary approach, with the aim of linking knowledge in the areas of Mathematics and Physics and providing students with the realization that such subjects in the school curriculum can be mediated by situations, problems in order to encourage them to reflect and solve practical problems. The research field was a class composed of 26 students from the 1st year of high school and the analysis of the results showed a possible evolution regarding their learning, through the applied methodology, considering that they had prejudices and difficulties with the subjects proposed in the subjects. However, teaching by investigation provided greater contact with the application of theory, reducing the distance between theory and practice, in addition to enabling a relationship with their daily lives.

Keywords: Teaching action; Research Teaching; Math; Physics; Interdisciplinarity.

1 Introdução

Estamos passando por um período de popularização, sem precedentes, das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), que emergem de acordo com as demandas sociais, permitindo o compartilhamento de informações e a vivência de novas formas de interação. Com o advento das TDIC em nosso cotidiano, foi possível perceber mudanças significativas e desenvolvimento de novos hábitos, influenciados pelo uso de novas ferramentas digitais.

Os impactos trazidos pela pandemia no novo Coronavírus (SARS-CoV-2), causador da doença COVID-19, afetaram drasticamente o cotidiano das escolas e, conseqüentemente a maneira como os professores passaram a lecionar utilizando as TDIC em suas práticas de ensino. No que tange ao ensino, os professores tiveram que se adaptar, de forma abrupta, aos recursos tecnológicos, que já estavam postos em seus cotidianos, porém não eram utilizados por diferentes adversidades.

Assim, o ensino remoto caracteriza-se por propor estratégias didáticas e metodológicas, a partir do uso de softwares, objetivando minimizar os impactos causados pelo isolamento social no processo de ensino e aprendizagem. A priori, houve resistência a adesão dessas novas estratégias, seja por falta de conhecimento da importância do aprendizado a ser adquirido ou pela maneira de utilização, mas com os meses posteriores os alunos, de modo geral, foram se adaptando de acordo com as condições disponíveis para o momento.

De acordo com o Parecer nº 05, aprovado em 28 de abril de 2020, do Conselho Nacional de Educação (CNE), o ensino remoto não possui como único objetivo propor atividades de maneira não presenciais com finalidade do cumprimento de carga horária,



visto que a maior necessidade nesse processo é o planejamento de estratégias de comunicação no sentido de utilização de práticas pedagógicas que “possibilitem o desenvolvimento de objetivos de aprendizagem e habilidades previstas na BNCC, currículos e propostas pedagógicas passíveis de serem alcançados através destas práticas” (BRASIL, 2020).

Por mais que o referido parecer oriente que nas práticas pedagógicas é facultativo o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação, na maioria dos casos elas foram a única opção experimentada pelas escolas e redes de ensino para garantir, ainda que de maneira parcial, o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que os professores busquem se formar e aperfeiçoar a essa nova dinâmica de ensino.

Neste viés, objetivamos com este estudo, estabelecer uma relação entre alguns tópicos da física e da matemática, no sentido de aplicar uma metodologia interdisciplinar, de modo que o alunos sejam instigados a utilizarem seus conhecimentos prévios da matemática para resolver problemas da física ou vice-versa, o que possibilitará a eles perceberem a relação entre essas duas disciplinas.

Para que tal relação seja estabelecida, partimos de uma análise bibliográfica de artigos científicos que tratam da importância da interdisciplinaridade na educação básica, enfatizando o ensino das duas disciplinas supracitadas, e ainda, uma atividade de experimentação onde os alunos puderam constatar de modo prático, o desenvolvimento do conhecimento, levando-os a exercer o trabalho em grupo, realizar pesquisa e formar seu próprio conhecimento, resgatando o prazer pela descoberta.

2 Caminhos da interdisciplinaridade na ação docente sob os aspectos da Física e Matemática

Na condição de professores com vivências em sala aula, percebemos por meio de nossas intervenções que muitos alunos possuem uma boa compreensão sobre os diversos conceitos discutidos na disciplina de física, demonstrando inclusive, desejável nível de compreensão sobre a problemática em pauta, mas apresenta grandes dificuldades no que diz respeito à resolução, representação e interpretação de seus resultados.

Ainda que as disciplinas de matemática e física possuam currículos diferentes



e, conseqüentemente são abordadas de maneira distintas, em muitos casos, ministradas por professores das mais diversas formações acadêmicas, elas convergem para um ponto de abstração, logo, por esse motivo, desenvolver uma abordagem interdisciplinar, que transite por entre essas duas disciplinas é de grande valia para o aprendizado do aluno.

A interdisciplinaridade teve sua primeira abordagem no Brasil a partir da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Nº 5.692/71, a qual vem sendo amplamente discutida e explorada no contexto da aprendizagem. No qual, aborda o preceito de que cada uma das disciplinas que elencam as mais diversas áreas de estudo, embora possuam suas especificidades, de algum modo se complementam, tendo na ação do professor, a postura garantidora de uma atuação mediadora no sentido de facilitar a aprendizagem.

Deste modo, Yared (2008, p.161) afirma que

Etimologicamente, interdisciplinaridade significa, em sentido geral, relação entre as disciplinas. Ainda que o termo interdisciplinaridade seja mais usado para indicar relação entre disciplinas, hoje alguns autores distinguem de outros similares, tais como a pluridisciplinaridade e a transdisciplinaridade, que também podem ser entendidas como forma de relações disciplinares em diversos níveis, como grau sucessivo de cooperação e coordenação crescente no sistema de ensino aprendizagem.

Neste sentido, há muito o que ponderar sobre o ambiente escolar na atualidade, que apresenta uma metodologia de ensino de caráter multidisciplinar, onde o ensino é conduzido de maneira desconectada e cada professor defende um ponto de vista isolado de sua própria disciplina.

Com o ensino fragmentado, os alunos não criam um elo entre as disciplinas por essas não serem apresentadas pelo professor, mas o que dificulta muito a metodologia interdisciplinar é o medo do erro, sendo que os professores, devido a não continuação de sua formação, tendem a não possuir a devida segurança com relação ao domínio significativo de técnicas variadas de ensino. Além disso, muitas leis educacionais que já estão ultrapassadas impedem que os novos professores coloquem em prática o que aprendeu na sua formação inicial, levando-o ao tradicionalismo. Sendo assim a metodologia utilizada nas escolas públicas distingue as áreas do conhecimento, distanciando-as e não sistematizando um elo de conexão entre elas, para a compreensão e relação com o cotidiano do aluno.

A interdisciplinaridade entre a física e a matemática objetiva o trabalho com projetos, no qual os docentes e os discentes desenvolvem atividades onde as duas



disciplinas sejam vinculadas para servir como ferramenta de fundamentação para seus conceitos a partir de resolução de problemas onde essa unicidade estabelecerá uma busca para formar o conhecimento e assim, descobrir novos conceitos e fórmulas. (BRASIL, 2002, p. 21-22).

Independente da formação inicial, a ação pedagógica do professor, quando relacionada à sua rotina de sala de aula, é uma prática social baseada em processos de constante aprendizagem, proporcionada pela interação entre alunos, equipe gestora e docente, e todos aqueles envolvidos no processo educacional, na busca de relacionar tais aspectos com a realidade histórica a qual está inserido.

Na intenção de instigar os jovens a uma participação mais efetiva e engajada no processo de ensino e aprendizagem, orienta-se que estes venham a assumir uma função de protagonistas, pois esta é uma importante ação capaz de contribuir e motivar a promoção do desenvolvimento destes sujeitos. Sendo assim, norteando-se pelas áreas do conhecimento de Ciência da Natureza e Matemática, considera-se, por parte dos discentes, as disciplinas mais complexas, devido seu alto índice de abstração, com isso, desenvolver práticas interdisciplinares e ainda, correlacionar com o seu cotidiano, são ações que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem

Nesse sentido, Redish (2005, 2007) e Tuminaro (2007) afirmam que a Matemática utilizada como recursos para a resolução de problemas de Física, difere da maneira como é ensinada por professores de Matemática. Assim sendo, verifica-se a necessidade de aplicar estratégias interdisciplinares, contudo, as habilidades e competências que compõem os conteúdos das disciplinas de Matemática, “além de estimular os alunos a empregar o conhecimento matemático nas diversas situações na resolução de problemas de Física, estimula-os a tirar suas próprias conclusões sobre o que foi estudado” (PIETROCOLA, 2008, p. 36)

A partir da experiência de professores que lecionam as duas disciplinas, concomitantemente, percebe-se, em especial no Ensino Médio (EM), o caráter estruturante de cada disciplina, sendo que devido aos moldes propostos pelo planejamento do currículo estadual do Pará, não existe relação de interdependência entre as disciplinas, fato que considera a Matemática como sendo apenas um instrumento técnico utilizado como suporte para a resolução de problemas de Física.

Em seu livro, Ramalho *et al.* (1979, p. 4) define a relação entre Matemática e



Física:

A matemática ajuda muito a Física, simplificando a compreensão dos fenômenos. Uma fórmula matemática em um fenômeno físico é uma ajuda para sua compreensão e nunca deve ser assustadora para você. Uma longa explicação é necessária para chegarmos ao fato de que a energia de um corpo em movimento depende de sua massa e de sua velocidade; no entanto, recorrendo à Matemática, obtemos a fórmula: $[E = (m \cdot v^2) / 2]$. Essa fórmula estabelece que a energia E é diretamente proporcional à massa m e ao quadrado da velocidade v ; e também, que a energia depende da massa m e da velocidade v . Assim, aos poucos você terá de aprender a ler uma fórmula e utilizá-la a seu favor.

Deste modo, contata-se que, ao elucidar de forma teórica os processos experimentais abordados no ensino de Física, a compreensão dos fenômenos torna-se mais simplificada quando recorremos a uma modelização matemática, o que possibilita ao aluno incorporar de forma mais explícita seu domínio empírico sobre o conteúdo abordado, além de aguçar sua curiosidade por processos investigativos.

3 A visão da prática docente sob o enfoque do Ensino por Investigação

Há mais de cinquenta anos, o ensino por investigação tem sido utilizado de maneira bastante produtiva como estratégia de ensino na área de Ciências. Abd-el-Khalick *et al.* (2014) relata em seus estudos resultados muito relevantes de ações associadas a essa metodologia de ensino, apresentando uma estreita relação com trabalhos práticos aplicados na resolução de problemas e a análise de situações do cotidiano.

Incluir a proposta de Ensino por Investigação na sala de aula, além de trazer uma nova perspectiva para os alunos, instiga os professores a modificar sua atuação pedagógica, dinamizando as aulas de modo a se permitir diversas tomadas de decisão, riscos e principalmente a quebra de sua rotina, de forma a protagonizar os alunos em seu processo de ensino e aprendizagem. Em conformidade com o exposto, Galvão, *et tal.* (2002, p. 8) defende a ideia de que

A vivência de situações diferenciadas [...], a discussão de assuntos controversos, a condução de investigação pelos alunos, o envolvimento em projetos interdisciplinares (realizações que implicam a seleção de informação e comunicação de resultados) que conduzem, de uma forma mais completa, à compreensão do que é a Ciência.

Quando o professor se propõe a utilizar a sala de aula para desenvolver esse tipo de ação, possibilita que seus alunos desenvolvam atividades de investigação e



desempenhem um papel ativo no seu próprio processo de aprendizagem. Sobre tais aspectos, Freire evidencia que:

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino [...] Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas [...]. (FREIRE 2009, p.105).

Logo, percebe-se o motivo pelos quais as atuais orientações curriculares sugerem que as práticas de ensino sejam planejadas de forma a minimizar a ênfase tradicional do ensino, ao passo que o ensino orientado e investigativo tenha uma maior relevância na prática educacional em sala de aula, contribuindo para o desenvolvimento de competências e habilidades, bem como, o desenvolvimento pessoal e profissional destes jovens.

Quando discutimos o ensino e aprendizagem na disciplina de Física nos anos finais do ensino básico, percebe-se o quanto é desafiador lecionar com primazia essa área de conhecimento. Um dos principais fatores é conseguir mediar a aversão dos alunos em relação ao currículo a ser trabalhado, cuja consequência se dá pela pouca atratividade e falta de conectividade do assunto à sua realidade. Esses fatores acarretam na falta de motivação e interesse suscitado pela imagem de que os conteúdos da disciplina de Física são difíceis e não se aplicam no cotidiano.

Diante disso, por meio dos estudos de Carvalho (2014; 2016), Azevedo (2009), Bellucco (2015) e Barrelo Junior (2015), compreende-se que o Ensino por Investigação, busca desenvolver aspectos como a argumentação e comunicação nos sujeitos que experimentam tais práticas e com isso, aprimoram suas habilidades para a elaboração de estratégias que podem ser utilizadas de maneira significativa para solucionar situações-problemas surgidas pela interação em seu contexto social.

De acordo com Moreira e Massoni (2016), quando o aluno interage com o mundo, uma série de conflitos e interações são proporcionadas a ele de modo a contribuir para o seu processo de ensino-aprendizagem. Conforme os autores:



Assim como em outras interações com o mundo, o aluno está construindo, ou deve construir, esquemas de assimilação para dar conta das situações-problema com as quais se depara. Um esquema construído permite ao aprendiz lidar com uma classe de situações. Por exemplo, para resolver problemas que envolvam conservação de energia o aluno deve construir um esquema de assimilação para situações desse tipo. Inicialmente, esse esquema de assimilação envolve apenas energia cinética e energia potencial. Depois vai incorporando outras formas de energia e operações cada vez mais sofisticada. O conceito de esquema é fundamental no ensino, pois aprender implica construir esquemas de assimilação (MOREIRA; MASSONI, 2016, p. 68).

Partindo deste ponto de vista, podemos analisar o caráter do conhecimento científico que o aluno vai absorvendo a partir do que é oferecido a ele, conforme os conceitos fundamentais que lhe dão suporte para concluir diversas outras ideias que fazem parte daquele conjunto de conhecimento. Pois, segundo Carvalho (2013, p. 03):

É nessa etapa da aula que o professor precisa, ele mesmo, tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos. Essa também é uma condição piagetiana. É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto.

Observando esta linha de pensamento, verifica-se que o trabalho com a investigação em sala de aula possibilita de maneira significativa a relação e integração de práticas tratadas na presente pesquisa, dando ênfase à ações como coleta de informações, pesquisa, confecção, aplicação e ajuste de material concreto cujo objetivo é construir significados para o ensino do professor e conseqüentemente aprendizagem do aluno com monitoramento das estratégias utilizadas para eventual replanejamento de ações.

Utilizando parâmetros de análises a priori e posteriori dos objetivos, resultados alcançados e possibilidade de propor atividades de desígnios práticos, avalia-se o ensino por investigação com a resolução de problemas como sendo uma variedade de ações que permitem coletar dados, analisar variáveis e identificar influências, considerando que esse conjunto de ações não são apresentadas previamente aos estudantes de maneira definida, sendo flexível em suas etapas e passíveis de modificações conforme seja seu aprendizado. Um fato muito importante a ser considerado aqui é que as construções sejam realizadas pelos próprios alunos.

4 Percorso Metodológico



O presente estudo, de caráter qualitativo, parte da análise do desenvolvimento de uma aula de Física e Matemática na perspectiva do ensino por investigação, em tempos de pandemia da COVID-19. Devido a situação pandêmica que estamos submetidos, optou-se pela utilização de diário de bordo e questionário, como instrumento de coleta de dados, uma vez que este possibilita que cada sujeito responda em momento oportuno, de acordo com o intervalo estipulado e também, por não haver a necessidade de identificação dos participantes (GIL,2008).

O questionário utilizado foi estruturado por seis questões, sendo todas de múltipla escolha, aplicados ante o desenvolvimento da atividade investigativa. O instrumento foi disponibilizado de maneira online, através do aplicativo Google Forms, e disparado por meio de aplicativo de mensagens via smartphone. A escolha desses aplicativos, se deu por serem os meios mais adequados para a comunicação entre professor e alunos, no qual o professor desenvolveu um grupo com todos os alunos para divulgar o referido questionário.

Já o diário de bordo, foi solicitado no decorrer da experiência, no qual desenvolveu-se com intuito de que os estudantes pudessem relatar as experiências e vivências desenvolvidas no decorrer da atividade, relatando as contribuições e dificuldades, sendo assim, esta redação pode proporcionar ao docente, o acompanhamento do processo de criação e de ensino e aprendizagem dos alunos (ROIPHE, 2015).

Destaca-se como sujeitos dessa pesquisa, 26 alunos de uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, sendo 14 meninos e 12 meninas, na faixa-etária de 17 a 20 anos. A escola está localizada no município de Belém, capital do Estado do Pará, oferta Ensino Médio (EM) e Ensino para Jovens e Adultos (EJA), funciona com 2.100 alunos, 100 professores, 3 técnicos, 7 agentes administrativos, 1 secretário e 1 arquivista, sendo que a equipe gestora é composta por um diretor, um vice-diretor e duas coordenadoras em cada turno.

Após a aplicação dos questionários, os dados foram organizados e sistematizados, com a finalidade de desenvolvermos uma análise descritiva da opinião desse alunado. Cabe informar, que não houve a necessidade de aprovação da pesquisa ao Comitê de Ética e Pesquisa, por coletarmos a opinião dos envolvidos, de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, e a Resolução nº 510, de 07 de abril de



2016, CEP/CONEP.

Para tanto, por meio da concretização desta pesquisa referente ao ensino-aprendizagem de Física, apresenta-se uma proposta metodológica mediada por sequências didática investigativa, pois além de sistematizar importantes resultados para as aulas, torna a rotina de sala de aula mais interessantes e motivadora tanto para os discentes quanto para os docentes. A sequência de ensino apresentada, trata elementos para que o aluno consiga uma melhor percepção de fenômenos trabalhados no currículo da disciplina de Física no ensino médio composto por alunos que cursam a primeira e segunda séries do ensino médio.

4.1 Ensino de Física: desenvolvendo atividade com uso da trigonometria

O projeto foi iniciado em meados do mês de fevereiro do ano vigente, no período que antecedeu o isolamento social, ocasião em que foi sistematizado o desenvolvimento da atividade, a partir da divisão da turma em grupos e das tarefas que cada grupo deveria executar. O projeto teve como intuito, proporcionar aos alunos uma vivência diferenciada no ensino de Física, relacionando os assuntos com o seu cotidiano, coordenado por um professor especialista.

No início do mês de março de 2020, com a suspensão das aulas presenciais, o projeto passou a funcionar no formato remoto, a partir da decisão conjunta entre alunos e professor, por intermédio do aplicativo Google Meet. Entretanto, devido as normas de distanciamento social, foram discutidos novos parâmetros para realização da atividade, a fim de que cada aluno do grupo ficasse responsável por um ofício.

Antes de iniciar a sequência didática proposta pelo projeto, fez-se averiguar o nível de entendimento dos alunos em relação a alguns assuntos específicos de física, matemática e informática, tais como: noções básicas de Cinemática, Trigonometria e Software Microsoft Excel, com a finalidade de comparar com os possíveis progressos que a atividade proporcionou para o desenvolvimento desses jovens. Para tanto, foi aplicado um questionário com intuito de coletar as percepções sobre o ensino de Física e utilização de modelos matemáticos.

4.2 Sequência Didática



Para a execução da atividade, foi disponibilizado, previamente, uma lista constando os materiais necessários para a sua respectiva realização, conforme podemos observar na figura 01 a seguir:

Figura 1 – Materiais utilizados para a realização da atividade.



Fonte: Acervo pessoal – dados da pesquisa/2020.

Nesta etapa, os materiais utilizados para a realização do experimento foram: argola de PVC, com diâmetro superior a 3/4", Calculadora científica, Cronômetro, Haste de cano PVC, com diâmetro 3/4" e 3 metros de comprimento, Transferidor simples, Trena milimetrada, Notebook, Esquadro, Livros didáticos de Matemática, Física e Estatística, Celular. Observa-se que tais instrumentos foram organizados

Após a separação do referido material, foi solicitado que os alunos assistissem quatro vídeo aulas gravadas pelo professor responsável, disponibilizada a partir de grupo no WhatsApp, sendo que nessas aulas foi apresentado a Metodologia de Ensino por Investigação e orientações sobre as diretrizes para realizar e desenvolver a atividade.

Os alunos passaram a realizar diversos testes com os mesmos, ajustando-os conforme as exigências do experimento. Em função do isolamento social ocasionado pela pandemia do Corona vírus-19, as orientações e ajustes eram realizadas de modo remoto pelos professores, por meio de vídeo instrucionais com uso de notebook e aparelhos *smartphones*, conforme pode ser observado na figura 02.



Figura 02 – Experimento com haste de cano pvc, argola e transferidor – cálculo da distância percorrida pela argola



Fonte: Acervo pessoal – dados da pesquisa/2020.

Conforme exposto na figura 03, acima, como primeira observação para execução do experimento, orientou-se que a haste do cano deveria apoiar-se em um anteparo com inclinação perfazendo um ângulo menor que 30° com solo (Figura 1). Diante disso, perceberam que a argola não percorreu o cano em sua totalidade, extensão de 3 metros, parando seu movimento à distância de 1,80 metro do ponto de partida, medido com a trena milimetrada.

Em continuidade ao experimento, foi proposto que os alunos ousassem em aumentar o ângulo de inclinação da haste. Como consequência, observaram que, quanto maior o ângulo de inclinação, maior seria a distância percorrida pela argola, com um menor intervalo de tempo, entretanto, a partir de 40° , a argola passou a percorrer a extensão da haste em sua totalidade, fazendo com que os alunos percebessem uma relação de interdependência entre o ângulo de inclinação e a velocidade atingida. Para calcular o valor da velocidade, fez-se necessário utilizar o cronômetro para determinar o tempo percorrido pela argola.



Figura 03 – Experimento com haste de cano pvc, argola e transferidor – medição do ângulo de inclinação e altura da vara de cano pvc.



Fonte: Acervo pessoal – dados da pesquisa/2020.

Um fato que merece atenção especial na experiência realizada pelos alunos, é o relato da observação de ambos os grupos quando estavam decidindo em que ângulo de inclinação deveriam submeter a vara de cano para assim, começarem a analisar os resultados, os quais podemos perceber:

“Quando o ângulo de inclinação da vara de cano era de até 20 graus, a argola ficou parada e isso a gente chama de estática, mas quando aumentamos a inclinação desse ângulo para trinta graus, a distância percorrida pela argola foi de 180 cm ou 1,80 m [...]. Mas mesmo assim, ela não completou todo percurso que tinha que ser de três metros, e ainda faltou percorrer os 120 cm ou 1,20 m para finalizar o percurso total que é de 300 cm ou 3 metros. Até achamos que a experiência não daria certo e para nossa surpresa, quando levantamos a vara em quarenta graus (40°), a argola fez o percurso total.” [GRUPO 1,2020].

“Começamos o experimento muito empolgados até aparecer o grande problema: quando colocamos o compasso em 20 graus, nada aconteceu porque pensamos que a argola era muito leve, até pensamos em substituir por uma mais pesada, de metal. Íamos enviar mensagem para os professores pelo grupo para saber se podia substituir a argola, mas antes decidimos aumentar o ângulo e então colocamos em 30 graus e a argola percorreu só 180 cm. Continuamos aumentando pouco a pouco e quando chegamos em



40 graus, a argola percorreu toda a vara de cano em um tempo bem rápido de 4 segundos e percebemos que o peso da argola não tinha relação com a distância que ela iria percorrer.” [GRUPO 2,2020].

Na intenção de verificar o comportamento do movimento da argola, foi solicitado que registrassem os valores encontrados, mediante o uso da calculadora científica, com intervalos de 10°, no formato de quadro:

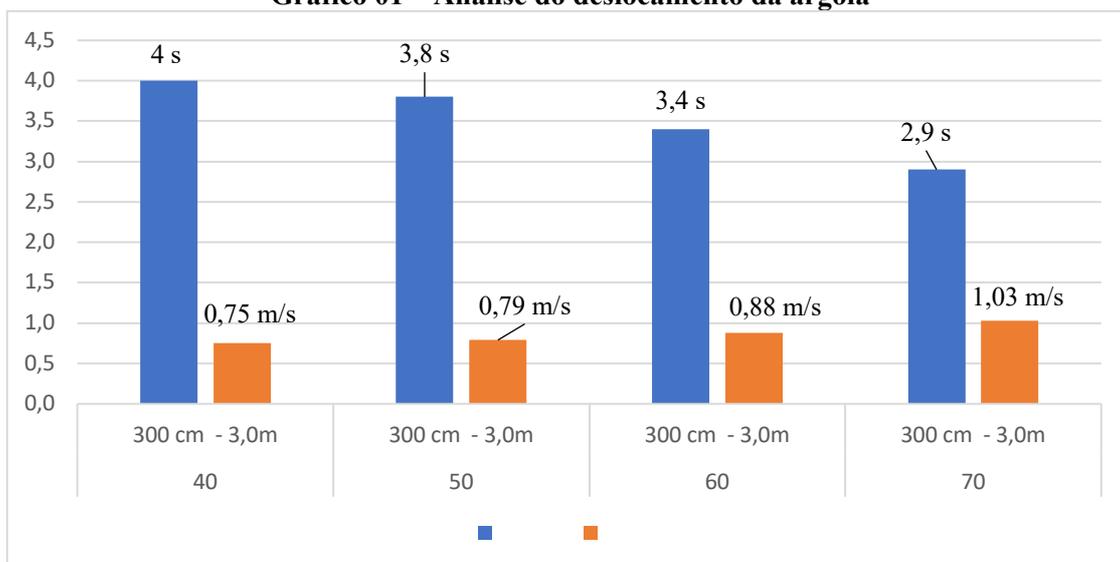
Quadro 01 – Comportamento do movimento da argola na haste de PVC.

Ângulo de inclinação	Deslocamento (m)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (cm/s)
30°	1,8	3,2	0,60	60,0
40 °	3,0	4,0	0,75	75,0
50 °	3,0	3,8	0,79	79,0
60 °	3,0	3,4	0,88	88,0
70 °	3,0	2,9	1,03	103,0

Fonte: Pesquisa de campo, 2020.

A partir do quadro, foi solicitado que os alunos desenvolvessem um gráfico a partir do Microsoft Excel, para melhor elucidar o desenvolvimento da atividade:

Gráfico 01 – Análise do deslocamento da argola



Fonte: Pesquisa de campo (2020).



5 Resultados e Discussões

De acordo com Gil-Perez e Valdés-Castro (1996), ao tratarmos da sequência de ensino investigativo (SEI), verifica-se que na realização dos momentos pedagógicos em um experimento, aparecem diversas características investigativas, dentre as quais podemos citar:

- a) apresentação de situações problematizadoras abertas;
- b) favorecimento de uma reflexão por parte dos estudantes sobre a relevância do problema a ser investigado;
- c) desenvolvimento do trabalho acompanhado por memórias científicas;
- d) favorecimento de uma reflexão por parte dos estudantes sobre a relevância do problema a ser investigado;
- e) análise dos resultados com base nos conhecimentos disponíveis;
- f) potencialização das análises qualitativas, explicitando a formulação de questões; e
- g) Estimulação da dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, propiciando interação entre si.

Neste viés, a partir dos instrumentos de coleta selecionados, foi desenvolvido uma análise descritiva, a fim de compreender como a metodologia estipulada para desenvolver a atividade repercutiu no aprendizado e engajamento desses alunos. Sendo assim, os resultados estão apresentados em dois tópicos, antes da atividade proposta, a partir do questionário, e após o desenvolvimento da atividade, através das especulações do diário de bordo.

5.1 Antes da atividade

A partir do questionário aplicado antes de iniciar a atividade, constatou-se que dentre os 16 alunos da turma, apenas 31% (n=5) tem apreço pela disciplina de Física, logo, 69% (n=11), mais da metade, não gostam dessas disciplinas. Em sequência, foi indagado sobre a importância dessa disciplina para a sociedade, entretanto, 25% (n=4) dos estudantes responderam de forma positiva, 69% (n=11) optaram pela opção de “pouca importância” e apenas 6%, condizente a 1 aluno, alegou indiferença nos assuntos propostos pela disciplina.



Os dados anteriores corroboram com a relevância da Física no cotidiano dos alunos, sendo que apenas 12% (n=2) dos alunos informaram que o professor relaciona os assuntos tratados com o cotidiano, no entanto, 69% (n=11) afirmaram que não houve nenhuma relação com seu dia a dia e 19% (n=3) alegaram que há poucas semelhanças.

Em relação a interdisciplinaridade de Física e Matemática, identificou-se que 56% (n=9) dos respondentes consideram que as disciplinas possuem assuntos convergentes, porém com teorias distintas, 25% (n=4) alegaram que ambas disciplinas possuem fórmulas semelhantes, e que podem contribuir entre si, porém, 19% (n=3) dos alunos relataram não haver relação entre as duas disciplinas.

De acordo com Fazenda (1991, p. 18)

A característica fundamental da atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa, é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir” e reconhece que a solidão de uma insegurança inicial e individual, que muitas vezes marca o pensar interdisciplinar, pode transmutar-se na troca, no diálogo, no aceitar o pensamento do outro.

Conforme os resultados das observações analisadas pelas interações dos alunos durante a realização das atividades, percebe-se que com relação aos fatores relacionados à perspectiva da interdisciplinaridade, o todo não é a simples somatória de suas partes, visto que o conhecimento acadêmico, seja ele escolar ou não, é bem mais complexo do que podemos imaginar, de modo que para compreendermos as relações entre os saberes, por parte dos discentes, necessita-se que a complexidade das ações permeiem a educação escolar.

Para Sadler (2011), as práticas escolares que utilizam questões sociocientíficas podem atrelar fortes relações entre conteúdos curriculares e o contexto local/regional, usando como pano de fundo, experiências de laboratório, relações cotidianas, imagens, dentre outros elementos, com o suporte da internet e de visitas guiadas. No presente estudo, buscamos criar situações pedagógicas surgidas de uma experimentação que envolvem a matemática e a física, onde os sujeitos participantes utilizaram os recursos tecnológicos disponíveis em um método diferenciado de ensino-aprendizagem, orientada de forma online.

No tocante a metodologia utilizada pelo professor, averiguou-se que 75% (n=12) dos alunos não consideram didáticos os recursos utilizados, em contra partida, 25% (n=4) acreditam que utilizam algumas vezes apenas. Diante do ensino por



investigação, desenvolvido por experiências e vivências, 81% (n=13) dos estudantes afirmaram que nunca utilizaram experimentos e nenhuma abordagem fora da sala de aula tradicional, e apenas 19% (n=3) alegaram que já utilizaram algumas vezes.

5.2 Depois da atividade

A partir do diário de bordo desenvolvido por cada grupo, foi possível constatar a importância de desenvolver práticas de ensino diferenciadas, que proporcionem uma vivência prática para o aluno, fazendo com que ele relacione o seu cotidiano com os assuntos tratados em sala de aula.

“Na sala de aula, a gente não conseguia resolver as questões porque parecia tudo muito difícil, [...], mas desse jeito, com a atividade prática, nós mesmos descobrimos tudo isso.” [GRUPO 1,2020].

“Essa experiência foi muito importante para todos nós, porque assim, a gente perdeu o medo de estudar Física, também porque nunca entendia nada” [GRUPO 2,2020].

O medo e a dificuldade são palavras muito presentes nos discursos desses jovens, o que corrobora com a ideia de que as disciplinas de Matemática e Física, são abstratas, devido a utilização de símbolos e signos específicos, sendo estes dois fatores considerados como grandes vilões do fracasso escolar.

Conforme apontado por Weber e Lopes (2013, p. 2), atualmente um dos principais desafios para os profissionais de educação nas áreas de ciências exatas no ensino básico é o fracasso escolar, o que acarreta diversos resultados insatisfatórios, como distorção idade-série/ano, reprovação, baixo rendimento, além da evasão escolar.

Para que tal problemática seja pelo menos minimizada, cabe ao professor destas duas disciplinas, proporcionar condições para uma significativa aprendizagem, no sentido de que os alunos possam adquirir habilidades que serão indispensáveis para o seu desempenho e consigam acompanhar o avanço da tecnologia.

Em suas pesquisas, Vitti (1999, p. 32/33) afirma que é muito comum observarmos nos estudantes o desinteresse por disciplinas como matemática, onde o medo e insegurança no momento da avaliação, pode contribuir de maneira negativa, para que esse preconceito se acentue, fazendo com que o ensino das duas disciplinas em questão,



quando é pensado e efetivado de forma negativa, pode deixar marcas de um sentimento de fracasso pessoal, se perpetuando por toda a vida estudantil dos sujeitos.

Sendo assim, o ensino por investigação proporciona novas perspectivas para o processo de aprendizagem desses jovens, fazendo com que tenham autonomia para buscar novos conhecimentos e indagar sobre aqueles que tenham dificuldades.

“[...] com essa atividade, pudemos descobrir sozinhos muitas coisas de Física e Matemática e aprendemos que essas duas matérias juntas, ajudam a entender muita coisa [...]” [GRUPO 2,2020].

“[...] nós aprendemos que a Física explica as coisas ao nosso redor, os fenômenos, e com a Matemática, aprendemos a fazer cálculos e a importância pras nossas vidas.” [GRUPO 2,2020].

“[...] a gente conseguiu fazer toda a experiência, porque foi nós mesmos que procuramos entender os detalhes de tudo que a gente fez [...]” [GRUPO 2,2020].

Não obstante, os recursos utilizados para o desenvolvimento dessa metodologia também são muito importantes, torna-se necessário disponibilizar diversos recursos didáticos para que os alunos se instiguem, fazendo com que busquem novas fontes de conhecimento, fazendo com que o professor seja apenas um mediador de possibilidades.

“[...] a gente descobriu na internet e viu no livro [...]” [GRUPO 2,2020].

“[...] a gente não tinha certeza se a atividade estava correta [...]” [GRUPO 2,2020].

A dúvida é uma consequência dessa metodologia, e partir dela pode-se desenvolver diversas formas de ensino e, também de aprendizagem. Considera-se um estimulante para o aluno, fazendo com que ele interaja com os demais, busque estratégias para saná-la e desenvolve suas próprias conclusões sobre o assunto abordado.

“Mas ficou uma dúvida ainda, o que iria acontecer se alguma coisa atrapalhasse a argola de descer a vara do cano?” [GRUPO 2,2020].

Neste trecho, o aluno externa sua dúvida com relação a um determinado fenômeno por ele observado. Disto, percebemos que as relações entre professor, aluno e conteúdos devem ser dinâmicas e por isso, ao professor elaborar as atividades de ensino,



deve atentar para que esta seja um processo organizado com o máximo de cuidado possível, enfatizando sempre em suas aulas, as reais necessidades dos seus alunos, independente do ambientes onde estão inseridos.

A esse respeito, de acordo com os PCN's (2013, p. 36)

O professor para desempenhar o seu papel de mediador entre o conhecimento matemático e o aluno ele precisa ter um sólido conhecimento dos conceitos e procedimentos dessa área e uma concepção de matemática como ciência que não trata de verdades infalíveis e imutáveis, mas como ciência dinâmica sempre aberta à incorporação de novos conhecimentos.

Conforme o exposto, justifica-se a necessidade do aluno em desenvolver um contato com os conteúdos curriculares de física e matemática de forma interdisciplinar e atrativa, para então obter melhores resultados em seu aprendizado de modo a reconhecer um problema, buscar e selecionar informações, tomar decisões, e conseqüentemente interagir com as diversas tecnologias atuais.

6 Algumas Considerações

A metodologia de Ensino por Investigação, quando bem planejada, tem por objetivo principal oportunizar o aluno a aprimorar seus conhecimentos prévios com o aporte do saber científico de maneira não sistematizada, estimulando o discente a inferir suas próprias deduções, comparações e interpretações sobre a temática discutida em sala de aula ou espaços não formais de ensino.

Usando como parâmetro nossa ação docente, percebemos que os livros didáticos que tratam dos conteúdos de Física, em geral, apresentam uma infinidade de equações e modelos matemáticos a serem aplicados nos diversos problemas relacionados aos tópicos de estudo. Porém, percebemos que a essência e os princípios que definem teoricamente os conceitos físicos, são o raciocínio indutivo e a experimentação, fatores que antecedem os cálculos matemáticos e possibilitam aos alunos observarem os resultados de experimentos e confrontarem com suas hipóteses, onde, independente de atingirem ou não os resultados esperados, se faz o registro de sua aprendizagem.

Nesse sentido, as atividades apresentadas nesta pesquisa foram planejadas e desenvolvidas com a intenção de propiciar um ambiente de interações investigativas e dialógicas, oportunizando aos alunos a prática de trabalhos em grupo, instigando-os a



revelar e demonstrar suas aptidões individuais até então desconhecidas no e expandirem as impressões e conhecimento adquiridos nessa prática.

Diante das vivências aqui registrados, foi possível realizar uma importante avaliação de nossas práticas docentes, onde percebemos que, na condição de professores que ensinam física e matemática, necessitamos aprimorar nossas metodologias para perceber a evolução do discente ao longo do processo de ensino, onde os alunos devem ser considerados como um seres pensantes, intelectualmente ativos e participativos em todo o processo, visto que integrar essas duas áreas de ensino e preparar atividades que desafiam os alunos a pensar de maneira interdisciplinar é uma tarefa que nos provoca de maneira positiva e incentivadora, uma vez que o conhecimento e aptidão do professor é visto como um fatores que favorece a aprendizagem dos alunos.

Um dos resultados bastante satisfatórios confirmados na aplicação deste projeto de experimentação foi percebido por meio de registros dos alunos ao término de cada atividade, onde os mesmos relataram que as instruções repassadas através de vídeos nos grupos de *WhatsApp* e pelo aplicativo *Google Meet*, além de acessíveis foram de muito proveito devido à facilidade de compreensão pelo teor explicativo, trazendo uma grande quantidade de detalhes esclarecedores de cada processo, fazendo-os perceber que as discussões tratavam de suas vivências, sentindo-se contemplados em relação ao seu cotidiano, fato bastante diferenciado quando se trata de suas práticas de aprendizagem que até então eram realizadas somente com discussões teóricas e utilização de material didático pouco atrativo.

Em vista disso, verificou-se por meio das dinâmicas de ensino e aprendizagem que o processo metodológico aplicado no decorrer dos experimentos obteve bastante funcionalidade, instigando o aluno à motivação e permitindo com que o mesmo se identifique com o conteúdo.

Por fim, foi possível perceber de maneira vivencial, a importância dos processos de ensino e aprendizagem mediados pelo processo de argumentação matemática percebida como ferramenta didática no Ensino por Investigação nas aulas de Física. Nesse sentido, torna-se relevante novas pesquisas que protagonizem o desenvolvimento do aluno, a partir de atividades investigativas, fazendo com que ele seja o idealizador da sua própria trajetória.



REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S. **An exploratory study of the knowledge base for science teaching.** Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 34, p. 673-699, 1997.

BARRELO J., Nelson. **Promovendo a Argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea: Uma Sequência e Ensino Investigativa e as Interações Professor-Aluno.** 2015. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Área de Concentração: Ensino de Física, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BELLUCCO, A. **Argumentação matemática em aulas investigativas de física.** 251f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciência e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 5692/71.** Brasília, 1971. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm. Acesso em: 10 de dezembro de 2020.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Básica (PCN) - Ministério da Educação. Brasil. Brasília – DF: Ministério da Educação, 2013.

CALDAS H. & SALTIEL E., 1999b. Sentido das forças de atrito e movimento – I **Revista Brasileira de Ensino de Física.** p. 359-365, 1999.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Calor e Temperatura: Um ensino por investigação.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CARVALHO, A. M. P. **O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas** In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** Cap. 1 p. 01-20. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

COSTA, F. A. **O potencial transformador das TIC e a formação de professores e educadores.** In: ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; DIAS, Paulo; FREIRE, A. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo-Branco. p.105. 2009.

FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria.** São Paulo: Loyola, Coleção Educar. vol. 13. 1991.

GALVÃO, C. et al (2002). **Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares 3º Ciclo.** Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica
Parecer CNE/CP nº 9/2020, que reexamina o Parecer CNE/CP nº 5/2020 (aguardando homologação). Disponível em:



http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias.
Acesso em: 15 de novembro de 2020.

GIL-PEREZ, D. VALDÉS-CASTRO, P. **La orientación de las practicas de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las ciencias, 14 (2), 1996.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v.19, n.1, p.93-114, ago. 2002. Mathematics as structural language of physical thought. VICENTINI, M. and e SASSI, E. (org.). Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. volume 2, ICPE – book, 2008.

RAMALHO, F., SANTOS, J.I.C., FERRARO, N.G. SOARES, P.A. T: 1979. **Os Fundamentos da Física**, Editora Moderna, 1979, 3ª edição, São Paulo.

REDISH, E. F. **Problem Solving and the use of math in physics courses**. Palestra proferida no evento, World View on Physics Education in 2005: Focusing on Change, Delhi, 21 a 26 de agosto, 2005. A ser publicado nos proceedings. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/physics/papers/0608/0608268.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2020.

ROIPHE, A. **O relato de experiências como narrativa**. Boletim Arte na Escola, Edição 75, março e abril de 2015. Disponível em: <<http://artenaescola.org.br/boletim/materia.php?id=74787>>. Acesso em: 28 de junho de 2020. SILVA, B. D (org.). **Cenários de inovação para educação na sociedade digital**. São Paulo: Loyola, 2013.

SADLER, T. D. (Editor). **Socio-scientific Issues in the Classroom. Teaching, Learning and Research**. Florida – USA: Springer. 2011. p. 375.

TUMINARO, J.; REDISH, E. F. **Elements of a cognitive model of physics problem solving: Epistemic Games**. Physical Review Special Topics – Physics Education Research, v. 3, n. 2, p. 1 a 22, 2007.

VITTI, C. M. **Matemática com prazer, a partir da história e da geometria**. 2ª Ed. Piracicaba – São Paulo. Editora UNIMEP. 1999. 103p.

YARED, I. **O que é interdisciplinaridade?** In: Ivani Fazenda (Org.). São Paulo: Cortez, 2008.

WEBER, T.M.; LOPES, A.R.L.V. **Educação matemática escolar: o fracasso do aluno ou do sistema?** In: Congresso Nacional de educação–EDUCERE, 11,2013, Paraná. Anais. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 25774-25782.