

Óptica e Trigonometria: interdisciplinaridade e experimentação no Ensino Médio

Riama Coelho Gouveia¹, Ana Paula Mazzini Lima², Jeferson Mateus Moussa Macedo³

¹IFSP Câmpus Sertãozinho. e-mail: riama@ifsp.edu.br

²IFSP Câmpus Sertãozinho. e-mail: apmazzini@gmail.com

³IFSP Câmpus Sertãozinho. e-mail: jefersonmmoussa@gmail.com

Resumo: Na história das ciências, há vários séculos a física e a matemática estabelecem fortes relações. No processo educativo essa ligação também se faz presente, muitas vezes de forma equivocada, gerando falsas relações de dependência. O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver uma atividade didático-pedagógica envolvendo física e matemática, com uma abordagem interdisciplinar e experimental, e avaliar as contribuições dessa atividade para o processo de ensino-aprendizagem. A atividade consistiu em medir a altura da caixa d'água da escola e o diâmetro do sol usando os conceitos de propagação retilínea da luz, sombra, câmara escura e semelhança de triângulos. Os dados para análise dos resultados foram obtidos através de observação participante, dos trabalhos e avaliações, e de questionário respondido pelos estudantes após a atividade. Como resultados, pode-se destacar que os estudantes: participaram ativamente de todos os momentos da atividade, desde as medições até os cálculos finais, discutindo os procedimentos e trabalhando coletivamente; desenvolveram de maneira correta as duas etapas, mobilizando os conhecimentos estudados em sala de aula para a solução da situação concreta apresentada, com métodos de coleta e análise de dados característicos do processo científico, chegando a resultados satisfatórios para as grandezas em estudo; conseguiram incorporar os conhecimentos trabalhados na atividade e utilizá-los posteriormente para resolver questões da prova bimestral de matemática; gostaram de desenvolver esse tipo de trabalho e perceberam as relações entre física e matemática na análise do problema; consideraram, eles próprios, que a atividade contribuiu para a aprendizagem, tanto dos conceitos de física quanto de matemática, além de servir como motivação para os estudos. Conclui-se, assim, que trabalhos interdisciplinares com caráter experimental podem contribuir de diferentes maneiras para o processo educativo, sendo importante buscar ampliar esse tipo de atividade em sala de aula, abordando mais temas e incluindo mais disciplinas.

Palavras-chave: Atividade didática. Física. Interdisciplinaridade. Matemática.

Linha Temática: Ensino e Aprendizagem (EA)

1 INTRODUÇÃO

Física e matemática caminham juntas na história das ciências há séculos. Galileu, Descartes, Newton, cada um à sua maneira, mostraram a importância da união das duas áreas de conhecimento para o estudo dos fenômenos naturais. Galileu evidenciou o valor científico da demonstração matemática, ao fazer previsões de movimento que poderiam ser confirmadas pela experiência (Mason, 1964). Para Descartes, “o mundo físico e orgânico era um sistema mecânico homogêneo composto por entidades semelhantes na qualidade, cada uma delas seguindo as leis mecânicas quantitativas reveladas pela análise do método matemático” (Mason, 1964). Newton, por sua vez, desenvolveu o cálculo diferencial e integral, aplicando-o ao estudo dos problemas do movimento (Boyer, 1974). Assim, vê-se que “A relação entre a física teórica e a matemática encontra-se bem definida desde a Renascença” (Osada, 1972).

Na educação escolar a relação entre a física e a matemática também se faz notar, mas por vezes de forma bastante equivocada. Em muitos casos as atividades de ensino de física se restringem a exercícios numéricos e problemas fechados (Pietrocola, 2002), e a física acaba sendo vista como um campo de aplicação da matemática. Por outro lado, a matemática é vista por alguns como uma ferramenta da física: “A Matemática ajuda muito a Física, simplificando a compreensão dos

fenômenos. Uma fórmula matemática em um fenômeno física é uma ajuda....” (Ramalho; Nicolau; Toledo, 1988). É importante desenvolver atividades de ensino-aprendizagem que permitam ao estudante uma compreensão mais profunda entre estas áreas do conhecimento: “O matemático não deve ser para o físico um simples fornecedor de fórmulas; é preciso que haja entre eles uma colaboração mais íntima” (Poincaré, 1995).

Com este panorama em mente, o objetivo deste trabalho foi o de desenvolver uma atividade didático-pedagógica, de caráter prático/ experimental, envolvendo conceitos de óptica – Física e trigonometria - Matemática, e verificar a contribuição que o aspecto interdisciplinar da atividade trouxe para o processo de ensino-aprendizagem, tanto das duas disciplinas quanto da relação entre elas.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados referenciais metodológicos relacionados tanto aos aspectos do ensino-aprendizagem – interdisciplinaridade e experimentação - quanto ao processo de pesquisa propriamente dito. Baseando-se neste conjunto de referenciais, e tendo em vista o contexto de aplicação, é que foram estruturadas as etapas do trabalho.

2.1 Processos de Ensino Aprendizagem

As relações entre a física e a matemática que se estabelecem ao longo da história e na prática da atividade científica favorecem o trabalho interdisciplinar entre estas duas áreas no âmbito da escola, em seus diferentes níveis. A interdisciplinaridade é aqui entendida como “o estabelecimento de uma intercomunicação efetiva entre as disciplinas, através da fixação de um objeto comum diante do qual os objetos particulares de cada uma delas constituem sub-objetos” (Machado, 1993).

A organização das ciências, e do ensino destas, em disciplinas é um processo histórico. Cada disciplina possui uma estrutura e um sistema cognitivo próprios, que favorecem o seu desenvolvimento. O progresso da ciência como um todo, porém, também depende de trabalhos interdisciplinares, de momentos em que as fronteiras das disciplinas são rompidas (Morin, 2002).

Da mesma forma, as diferentes disciplinas escolares possuem objetivos e métodos estabelecidos, que são fundamentais ao processo educativo, mas não são capazes de atender a todas as demandas desse processo. O excesso de fragmentação dos conteúdos escolares leva a uma descontextualização, dificultando a compreensão do estudante sobre o sentido da aprendizagem; sob outro ponto de vista, a cada dia surgem mais objetos de estudo que não podem ser completamente compreendidos por uma única disciplina (Machado, 1993). O trabalho escolar interdisciplinar é uma resposta a estes dois aspectos apontados.

O trabalho interdisciplinar pode se desenvolver na escola com base em distintas metodologias de ensino. Para este trabalho buscou-se uma atividade prática fundamentada na experimentação, tendo em mente que “as atividades práticas no Ensino de Ciências não se esgotam na experimentação, tendo um conceito mais amplo que engloba qualquer atividade em que o aluno seja um sujeito ativo no processo de educação” (Giani, 2010).

Além do aspecto trivial, de que a experimentação serve como motivação para os estudantes, a escolha da atividade experimental levou em consideração a contribuição desta atividade para a construção do pensamento científico (Giordan, 1999). Durante os trabalhos os estudantes devem observar o fenômeno, fazer medidas, analisar os dados obtidos, enfim, vários aspectos do processo de realização das ciências.

2.2 Metodologia da Pesquisa

Além da pesquisa bibliográfica, que estabelece as bases para qualquer trabalho de pesquisa (Severino, 2007), e que, neste caso, fundamentou os aspectos teóricos e didático-pedagógicos do trabalho, foram utilizados métodos de coleta e tratamento de dados para a validação da atividade desenvolvida, ou seja, para sua avaliação enquanto recurso de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista que a pesquisa se desenvolve na área educacional, no campo das ciências humanas, prioriza-se a pesquisa qualitativa, que analisa e classifica os dados pesquisados, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos e objetos de estudo (Dalfovo; Lana; Silveira, 2008). Não se descarta, porém, algumas análises quantitativas que podem fornecer indicativos complementares sobre os resultados da aprendizagem.

Os dados para análise foram obtidos por diferentes métodos: observação participantes dos professores e do monitor envolvidos no trabalho (Chizzotti, 1995), com auxílio de registro fotográfico da atividade; materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades e respostas às questões da avaliação bimestral de matemática; questionário de avaliação da atividade respondido pelos estudantes.

Para os dados obtidos através da observação participante e dos trabalhos produzidos pelos estudantes foi utilizada a análise de conteúdo (Chizzotti, 1995), com o objetivo de “compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas”. Os dados quantitativos foram tratados estatisticamente.

2.3 O desenvolvimento do trabalho

A atividade didático-pedagógica interdisciplinar e experimental foi desenvolvida e aplicada no campus Sertãozinho do IFSP. A instituição escolar possui programa de mestrado em educação profissional e tecnológica, cursos de graduação (licenciaturas, engenharias e curso de tecnologia), cursos técnicos concomitantes/ subsequentes e cursos técnicos integrados ao ensino médio, tanto na modalidade regular quanto na educação de jovens e adultos. A maior parte dos cursos do campus Sertãozinho é na área de ciências exatas.

Para a aplicação da atividade foi escolhida a turma de 2º ano do curso técnico em automação industrial integrado ao ensino médio. A mesma é composta por 40 estudantes com idades entre 15 e 18 anos, a maioria do sexo masculino (70%) e que cursaram o ensino fundamental principalmente em escolas públicas (77,5%). Por se tratar de um curso na área industrial, vários estudantes gostam muito (52,5%) das ciências exatas.

O início do processo se deu durante as reuniões de planejamento do ano letivo, quando as professoras de física e matemática da turma estruturaram seus planos de ensino de forma a abordar simultaneamente os conteúdos de óptica, por parte da física, e relacionados à trigonometria, na matemática, já no 1º bimestre do ano.

No componente curricular de física foram abordados, então, como preparação para a atividade, os conceitos de ondas, classificação/ tipos de ondas, ondas eletromagnéticas – luz, propagação da luz, representação em raios de luz, formação da sombra e câmara escura. A matemática, por sua vez, tratou da semelhança de triângulos e retângulos e da trigonometria no triângulo retângulo.

Após as discussões dos conteúdos nas respectivas disciplinas, foi proposta uma atividade experimental com o objetivo de determinar a altura da caixa d'água da escola, utilizando o conceito de sombra e a semelhança de triângulos, e o diâmetro do sol, utilizando a imagem do mesmo formada em uma câmara escura e, novamente, a semelhança de triângulos.

Para a realização da atividade a turma foi dividida em 10 grupos de quatro estudantes. Cada grupo recebeu um roteiro contendo os objetivos da atividade, os materiais disponíveis, uma indicação de procedimentos e cálculos, e uma questão final para análise dos resultados. Todos os materiais utilizados foram de baixo custo e fácil acesso: barbante, trena, embalagem de batata *Pingles* forrada com *contact* preto e com orifício no fundo (câmara escura) e régua.

A atividade teve duração de três aulas; nas duas primeiras os grupos realizaram os procedimentos experimentais, sendo que a professora de matemática acompanhou a atividade da caixa d'água e a professora de física e o monitor a atividade da câmara escura, num revezamento entre os grupos; na terceira aula os grupos fizeram a análise dos dados e o preenchimento do roteiro para entrega.

Algumas semanas após a atividade prática, a professora de matemática utilizou os mesmos conceitos da semelhança de triângulo e trigonometria em três questões de uma avaliação teórica. Esperava-se obter alguns indicativos sobre o processo de aprendizagem e as dificuldades enfrentadas ao aplicar os conceitos utilizados na prática em uma avaliação teórica abstrata.

O questionário foi aplicado em seguida, contendo três grupos de perguntas: questões de múltipla escolha relativas ao perfil da turma; questões quantitativas em relação à contribuição que a atividade ofereceu à aprendizagem e a motivação, em diferentes aspectos desta; questões abertas em que os estudantes podiam manifestar o que mais e menos gostaram na atividade e sugestões.

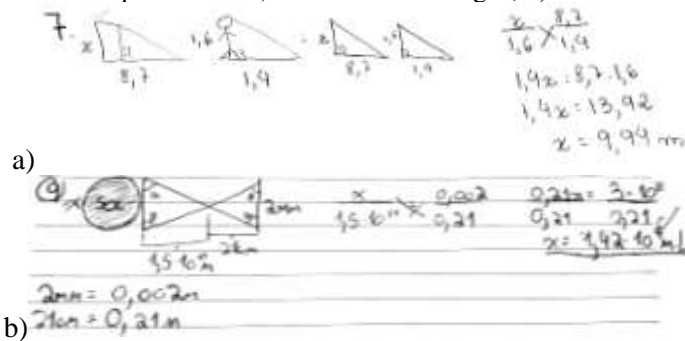
3 RESULTADOS

Para a atividade da caixa d'água, acompanhada pela professora de matemática, os alunos precisavam escolher um objeto de referência, medir o comprimento da sombra do objeto de referência, medir a altura do objeto de referência e medir o comprimento da sombra formada pela caixa d'água. A maioria dos grupos decidiu utilizar um de seus integrantes como "objeto" de referência. Durante o processo discutiram bastante sobre o processo de medida, já que a sombra da caixa d'água era grande, e a maioria dos grupos também fez inferências quanto à altura a ser determinada, já que a caixa d'água possuía algumas marcações igualmente espaçadas nas laterais.

Na etapa de determinação do diâmetro do sol os estudantes precisavam observar e medir a imagem do sol formada na câmara escura. Alguns grupos encontraram dificuldade nesta etapa, já que a imagem era bem reduzida (aproximadamente 2mm), e caminharam pela escola em busca de um local que permitisse uma melhor observação.

Após as medidas os grupos partiram para os cálculos necessários para descobrir a medida da caixa d'água e o tamanho do diâmetro do sol. A título de ilustração, a figura 1 apresenta as resoluções de dois diferentes grupos, um para cada parte do experimento.

Figura 1. Cálculos da atividade experimental: a) altura da caixa d'água; b) diâmetro do sol.

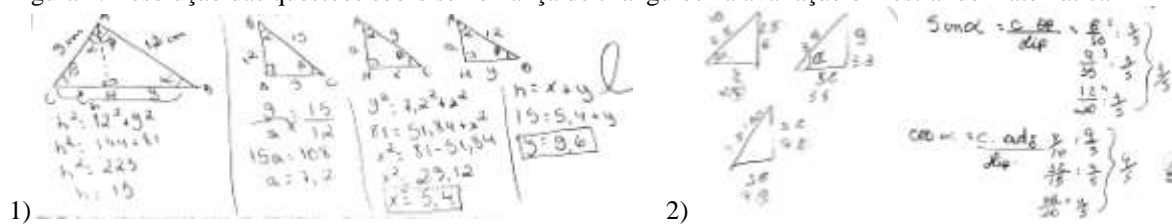


Nos cálculos para descobrir a altura da caixa d'água era necessário a construção de dois triângulos retângulos semelhantes, o que não gerou muita dúvida entre os alunos, porém quando estes tiveram que aplicar os mesmos conceitos para medir o diâmetro do sol, muitos ficaram em dúvida sobre quais eram os triângulos semelhantes, o que gerou uma discussão construtiva sobre o assunto.

Ao finalizar os cálculos, muitos compararam os valores de altura da caixa d'água obtidos através dos cálculos com as inferências feitas inicialmente. Na questão do roteiro que solicitava a análise dos resultados obtidos foi possível notar, em diversos grupos, uma discussão interessante sobre a questão dos erros associados aos procedimentos experimentais, como ilustrado pelo texto produzido por um dos grupos "Através do cálculo trigonométrico ... podemos ter valores aproximados aos reais. Os valores obtidos são coerentes mesmo não tendo ferramentas precisas para as medições de cada procedimento."

Em relação à avaliação bimestral, a figura 2 apresenta a resolução de duas das questões desenvolvidas pelos alunos durante a avaliação.

Figura 2. Resolução das questões sobre semelhança de triângulos na avaliação bimestral de matemática



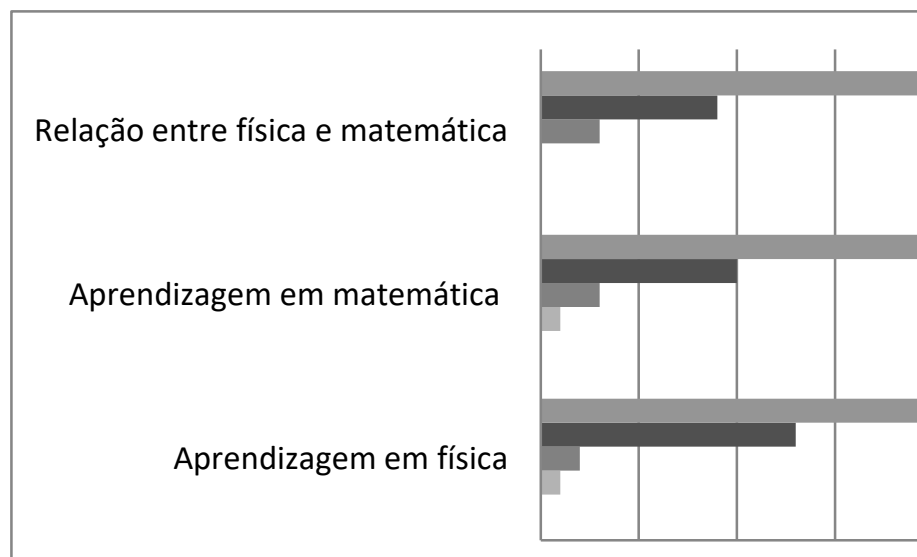
A questão 1, assim como medir o diâmetro do sol, necessitava da construção de triângulos semelhantes que deveriam ser reorganizados. Metade da turma teve dificuldades em construir corretamente os triângulos semelhantes, mostrando que a dificuldade encontrada durante os cálculos da experiência persistiu.

A questão 2 continha conceitos envolvendo triângulos retângulos semelhantes e trigonometria e era necessário reconhecer a semelhança e perceber que indiferente do triângulo retângulo as razões trigonométricas não mudam. Apenas 20% da turma não conseguiu resolver esta questão e 20% acertou apenas metade da questão, o que ocorreu por não se atentar que a questão pedia uma soma final. Portanto 80% da turma conseguiu aplicar conceitos de semelhança neste problema.

Percebe-se, portanto, que os estudantes conseguiram associar os conhecimentos da atividade experimental na prova, promovendo um bom resultado em termos de notas obtidas na avaliação, mas que algumas dificuldades encontradas no experimento não foram superadas.

Passando ao questionário, este teve como intuito verificar de que forma os estudantes avaliaram a atividade desenvolvida. Nas questões quantitativas os estudantes assinalavam uma pontuação de 0 a 4 que representava a intensidade com que consideravam se: a atividade contribuiu na aprendizagem de matemática, de física, se ela foi capaz de mostrar relação entre física e matemática, se serviu como motivação para estudo e se gostaram de ter realizado a mesma.

Figura 3. Gráfico de avaliação dos estudantes sobre a contribuição da atividade para a aprendizagem



Nota-se, observando o gráfico da figura 3, que no quesito aprendizagem, o resultado foi positivo tanto para matemática quanto para física, separadamente, representando cerca de 90% de alto grau de intensidade, e em conjunto, uma vez que 37 dos 40 alunos conseguiram interpretar a aplicar a relação existente desse conteúdo em física e matemática.

Em relação à contribuição da atividade como motivação de estudo, a distribuição foi mais homogênea, atingindo, na opinião de alguns alunos, baixo grau de importância nesse aspecto. Por outro lado, o questionamento sobre terem gostado de realizar a atividade teve como resposta um índice positivo bem intenso por mais que 90% dos alunos. Essa discrepância pode ser interpretada pelo fato de os alunos não considerarem a realização de uma atividade deste tipo de maneira mais abrangente, restringindo-se apenas no contexto “sala de aula”, o que concorda com a avaliação positiva na aprendizagem das disciplinas. Ou seja, consideram que esse modelo de atividade é significativo para a aprendizagem. Porém, uma parcela não caracteriza como um modelo de estudo para demais disciplinas ou extracurricular.

Nas questões qualitativas do questionário, alguns aspectos merecem destaque. Para a pergunta “O que menos gostaram?” vários estudantes responderem que haviam gostado de tudo e uma quantidade significativa apontou como problema a exposição ao sol, que não é um fator diretamente relacionado aos conteúdos estudados.

Em relação à pergunta sobre o que mais gostaram, vale mencionar três diferentes categorias de respostas: alguns estudantes falaram sobre questões relacionadas ao método científico, como em “o processo de obtenção do dados” ou “a lógica usada para calcular tal altura e o diâmetro”; outros apontaram a interdisciplinaridade, como em “da dinâmica construída entre as duas disciplinas” e em “achei interessante relacionar duas matérias em uma aula prática e em grupo”; outro conjunto se

manifestou sobre a relação entre os conteúdos de sala de aula e o mundo real, como em “*Achei legal colocar em prática o conteúdo visto em sala de aula, em construções da própria escola*” e “*Gostei de aplicar os cálculos na vida real*”.

Em relação as sugestões, uma quantidade significativa de estudantes solicita a realização de mais atividades desse tipo, inclusive destacando a associação entre as diferentes disciplinas: “*mais atividades que relacionem as duas matérias*”, “*mais aulas relacionando matérias*”, “*mais projetos integradores*”.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho evidenciou as contribuições que atividades interdisciplinares e experimentais podem trazer ao processo educativo, em termos de motivação, mas principalmente em relação à aprendizagem, contextualização de conteúdos disciplinares e desenvolvimento do pensamento científico.

Tendo em vista que os materiais utilizados são todos de baixo custo e fácil acesso e os conceitos fazem parte dos conteúdos que geralmente são abordados nas aulas de física e matemática, tanto da rede particular quanto pública de ensino, a atividade pode ser reproduzida em qualquer ambiente escolar, provavelmente reproduzindo bons resultados, como os obtidos no campus Sertãozinho do IFSP.

Como dificuldade do processo pode-se apontar o fato de que o desenvolvimento de atividades deste tipo, especialmente pela interdisciplinaridade, mas também pelo caráter experimental, exige tempo de preparação e diálogo entre os docentes, o que nem sempre é simples ou possível. Espera-se, assim, que o conteúdo deste trabalho possa auxiliar os professores, indicando um caminho viável.

REFERÊNCIAS

BOYER, C. B. **História da matemática**. São Paulo: EDUSP, 1974.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1995.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 2, n.4, p.01-13, 2008.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de ciências**: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 2010. 190p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999.

MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e matemática. **Pró-posições**. v.4, n1, 1993.

MASON, L. F. **História da ciência**: as principais correntes do pensamento científico. Rio de Janeiro – Porto Alegre - São Paulo: Globo, 1964.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma – reformar o pensamento. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

OSADA, J. **Evolução das ideias da física**. São Paulo: EDUSP, 1972.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1, p.89-109, 2002.

POINCARÉ, H. **O valor da ciência**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995,

RAMALHO Jr., F; FERRARO, N.G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da física**. 5.ed. São Paulo: Moderna, 1988.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. Cortez, 2007.