

O ensino de física e matemática a partir do jato de água

Claudete Cargnin Ferreira

Adriana da Silva Fontes

Angela Mognon

Resumo

Este trabalho relata os resultados obtidos por um projeto realizado com alunos de 1º ano do ensino técnico e pretende mostrar como a interdisciplinaridade pode contribuir com a aprendizagem da matemática e da física. A realização dessa atividade teve o objetivo de proporcionar, através de prática, a compreensão do uso das funções quadráticas para interpretar o comportamento de um corpo em movimento oblíquo. A reprodução do experimento, através da construção e interpretação de gráficos e a identificação das fórmulas, induziram os alunos a perceberem a relação existente entre a física e a matemática. Durante e após a aplicação do projeto, os alunos mostraram-se mais motivados ao estudo e interessados em resolver situações-problemas diversas.

Palavras chave: interdisciplinaridade, educação, ensino de matemática, ensino de física.

Introdução

Este trabalho relata a experiência de um projeto realizado com alunos de 1º ano do ensino técnico integrado e pretende mostrar como a interdisciplinaridade pode contribuir com a aprendizagem do aluno em matemática, física e informática. Historicamente, as disciplinas que necessitam de raciocínio lógico são, na maioria das vezes, responsáveis por grande parte do desestímulo dos alunos. No entanto, quando trabalhadas em conjunto, podem resultar em grande aprendizado, tanto para o docente quanto para o discente. É essa experiência que será exposta, a fim de estimular outros professores a realizarem trabalhos semelhantes.

Aqui, as disciplinas de matemática e física juntaram-se para facilitar o estudo e a aprendizagem da função quadrática e do lançamento oblíquo e horizontal, a partir do estudo do comportamento de um jato de água. A informática foi utilizada para a reprodução dos gráficos e também para a construção das simulações.

Autores como Silva e Villani (2009) afirmam que o uso de novas estratégias de ensino no contexto escolar, especialmente quando são introduzidas atividades em grupo, proporcionam benefícios aos estudantes, pelo fator motivador

e facilitador do processo de ensino-aprendizagem. A atividade em questão ressalta esse posicionamento.

Porlán e Rivero (1998) apontam a integração de diferentes conhecimentos, sejam sociais, pessoais, científicos, como um dos obstáculos em relação à prática pedagógica dos professores de ciências. Em particular no ensino da Física, Pietrocola (2002) considera que há outro problema: professores acreditam que sem conhecimentos matemáticos não é possível aprender física, e acabam não deixando claro o que é física e o que é matemática, e, principalmente, qual o papel da matemática no ensino da física.

Apesar das dificuldades encontradas tanto no ensino de física quanto no de matemática, quando os alunos participam ativamente do processo educacional, a aprendizagem acontece com maior facilidade, pois ela torna-se significativa para o aluno. Como ressaltam Almeida e Moreira (2008): "Acreditamos que a participação ativa no processo ensino-aprendizagem é fundamental na aquisição de novos corpos organizados de conhecimento". Essa participação ativa permitirá ao aprendiz a possibilidade de ler a realidade e interpretar o mundo.

A interdisciplinaridade possibilita a transferência de métodos de uma disciplina para a outra, e não apenas saberes. Através dela é possível a participação ativa do aluno, proporcionando uma aprendizagem mais estruturada e completa.

O Projeto Aplicado:

O projeto interdisciplinar foi aplicado em duas turmas de 1º ano do ensino técnico integrado em informática, do *Campus* Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no segundo semestre de 2009.

Quando o projeto foi proposto, os alunos estavam estudando os temas: funções quadráticas (matemática) e lançamento oblíquo e horizontal (física), apresentando muita dificuldade na compreensão dos conteúdos. Apesar da simultaneidade das aulas, os alunos não percebiam as relações dos conteúdos. Com esse trabalho foi possível mostrar as similaridades nas duas disciplinas.

Foi solicitado aos alunos que montassem equipes de até quatro integrantes e com o uso de uma mangueira de água, trena, transferidor e cronômetro, fizessem o experimento do seguinte modo:

Primeiramente, regulassem o fluxo de água que sairia pela mangueira. Para melhor percepção, foi sugerido que se fizesse o experimento próximo de uma parede, e nela fosse marcada a posição inicial (origem) e os ângulos (90° , 75° , 60° , 45° , 30° e 15°). Para cada ângulo, deveria ser medido, em triplicata, o tempo (t) necessário para o jato retornar ao solo e o alcance (A).

Após essa etapa, o grupo deveria escrever a função matemática que descrevesse o movimento da água (altura X

tempo); comparar com a função horária das posições utilizada no movimento de projéteis trabalhado na disciplina de física; construir os gráficos (manualmente e também com o uso do computador), obter as relações entre as grandezas físicas obtidas, construir uma simulação computacional que representasse o estudo do movimento oblíquo, e, ao final, apresentar em forma de seminário seu trabalho.

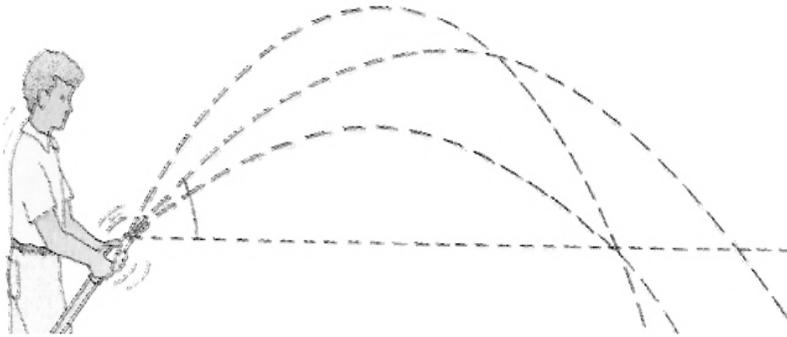


Figura 1: Modelo do experimento para a verificação da variação do alcance (A) com o ângulo de elevação (θ). (Fonte: MÁXIMO; ALVARENGA, 2000, p.202).

Discussão Dos Resultados

Durante as aulas de matemática e física, antes da introdução do projeto, os alunos estavam com sérias dificuldades de entendimento, em ambas as disciplinas, pois tudo parecia abstrato demais e sem utilidade prática. Foi numa discussão entre nós, professoras, sobre o que poderia ser feito para sanar essa dificuldade que surgiu a ideia do projeto. O

passo seguinte foi planejá-lo para que os objetivos de ambas as professoras fossem atingidos.

Foi percebido que, antes de iniciado o desenvolvimento do projeto, os alunos mostraram-se receosos de fazê-lo, levantando obstáculos que ainda não existiam, como o controle do jato de água, identificação das fórmulas necessárias para os cálculos, construção e interpretação dos gráficos.

Para esclarecer os procedimentos que seriam adotados na atividade proposta, foi realizada uma aula na quadra esportiva, onde os alunos jogavam uma bola para o alto, cuja trajetória representava uma parábola e, usando cronômetro e trena, mediam o tempo e o alcance, do ponto de lançamento até tocar o chão. A partir dessas medidas, utilizaram-se as fórmulas do lançamento oblíquo para calcular a altura, o ângulo e construir os gráficos. Esse experimento contribuiu para fixar melhor os conceitos envolvidos no trabalho. Na aula de matemática os alunos, a partir dos dados obtidos na aula de física e da observação do formato da trajetória da bola, escreveram a função correspondente do alcance em relação à altura.

Nessas discussões, os alunos perceberam que a forma genérica

$$f(x) = ax^2 + bx + c, \quad a \neq 0$$

usada na matemática correspondia à fórmula,

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

usada na física e que o sinal do coeficiente do termo de maior grau, que na matemática informa sobre a concavidade ser voltada para baixo ou para cima, na física representa o sinal da aceleração da gravidade, se o corpo está indo no sentido do referencial adotado ou contrário a ele:

“(…), portanto, a fórmula da equação horária das posições do movimento uniformemente variado $s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ (1) que utilizamos para calcular a altura é uma função quadrática, igual vimos na matemática, isto é, $y = c + b x + a x^2$ (2) onde (...); os vetores continuam sendo aplicados no lançamento oblíquo (parábola) para descrever a velocidade do corpo em cada instante usamos $\left(\vec{V}_{0R}\right)^2 = \left(\vec{V}_{0x}\right)^2 + \left(\vec{V}_{0y}\right)^2$ (3), que é o teorema de Pitágoras também estudado em matemática; onde o vetor V_{or} é tangente à trajetória em cada instante” (RELATÓRIO ENTREGUE PELO GRUPO 1).

A realização e discussão desse experimento junto com as professoras forneceu a confiança necessária para as equipes desempenharem, sozinhas, a atividade proposta. Iniciado a atividade, eles envolveram-se tão profundamente

com a pesquisa que superaram as dificuldades iniciais, inclusive mostraram-se mais participativos e atentos às explicações em sala de aula, nas duas disciplinas, buscando relacionar as informações dadas nas aulas com as necessidades do projeto.

Durante a realização do projeto, alguns grupos apresentaram pequenos erros, associados à falta de precisão das medidas (cronometragem do tempo de queda do jato de água, medida do alcance), na construção dos gráficos e na hora de fazer os cálculos. A partir desse levantamento, foi discutida a importância de se calcular o erro experimental, mesmo que ele não tenha sido calculado neste trabalho, e a importância de realizar o experimento no mínimo três vezes para se obter um resultado mais preciso, utilizando-se os valores obtidos mediante a média aritmética dos três dados obtidos. Outro ponto discutido foram as interferências externas que influenciavam nos resultados como, por exemplo, o vento que poderia modificar a trajetória e oferecer resistência ao movimento em função do atrito, a vazão da água que influenciava no tempo, entre outros.

Embora o projeto tenha objetivado o trabalho apenas com as funções quadráticas e sua utilização na física, outros assuntos como a média aritmética e o desvio padrão, a organização de dados em tabelas, a pesquisa bibliográfica, a elaboração de gráficos, entre outros, foram discutidos. Tais

temas foram tratados, também, em aulas posteriores à aplicação do projeto, com outras atividades:

“(…) No lançamento oblíquo tivemos que relembrar conteúdos anteriormente estudados como o movimento retilíneo (na horizontal) e Queda livre (vertical) que estão juntos no princípio da independência dos movimentos simultâneos e vetores e vemos que todo esse conteúdo é aplicado junto para a compreensão do movimento” (RELATÓRIO ENTREGUE PELO GRUPO 2).

O gráfico apresentado na figura 2, construído pelos alunos do grupo 1 no aplicativo *Origin*, retrata as alturas obtidas no experimento em função do tempo. Nele é possível identificar a maior altura para o ângulo de 90°.

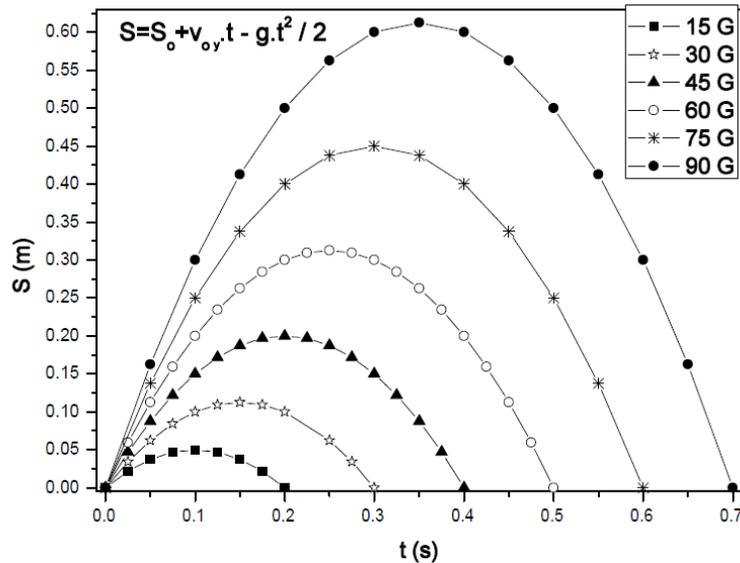


Figura 2 – Gráfico $S \times t$, construído por alunos do grupo 1

Outro gráfico elaborado pelos alunos (vide figura 3) representa o alcance do jato em função da altura atingida. No experimento, foi observado que o alcance era máximo quando o ângulo de inclinação era 45°. Aqui, eles compreenderam a representação gráfica desse dado.

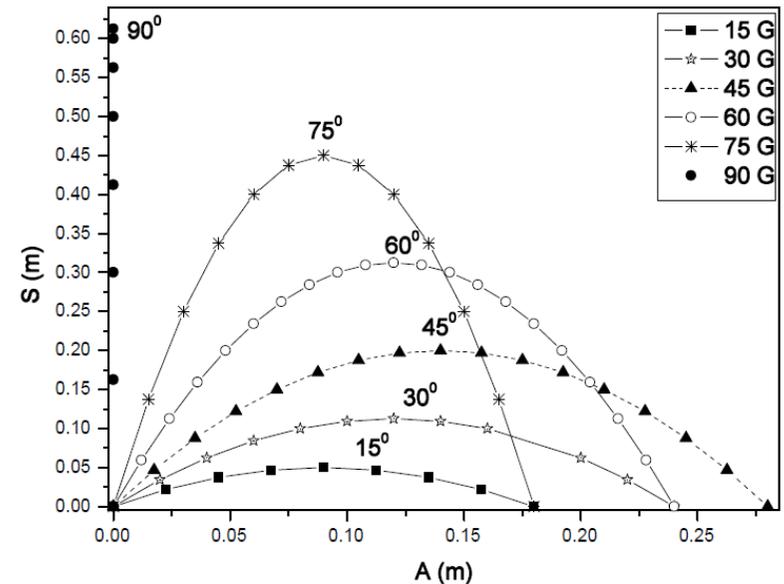


Figura 3. Gráfico da posição (S) x Alcance (A) construído com o aplicativo *Origin* pelos alunos do grupo 2 durante as aulas no laboratório de informática.

Na análise do gráfico da figura 3, os alunos puderam visualizar também que, conforme o ângulo vai diminuindo de 90° a 45°, o alcance vai aumentando, e de 45° a 15° o alcance passa a diminuir. Também foi possível ver que o ângulo de 15° possui o mesmo alcance que o ângulo de 75°, que o de 30°

tem o mesmo alcance do ângulo de 60° , e assim para todos os ângulos complementares usados. Esses comportamentos são explicados pela fórmula do alcance (A):

$$A = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g} \quad (\text{SAMPAIO e CALÇADA, 2001, p.216). (1)}$$

p.216). (1)"

Em (1), mantendo fixo o valor de V_0 e variando o ângulo θ temos que o alcance será máximo quando $\sin 2\theta$ for máximo, isto é, quando $\sin 2\theta = 1$, ou seja, $2\theta = 90^\circ$ ou $\theta = 45^\circ$ - esta noção, e as relações $\sin(2\theta) = 2\sin\theta \cdot \cos\theta$ e $\sin\theta = \cos(90 - \theta)$, para $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, foram trabalhadas com os alunos com a ajuda do ciclo trigonométrico, material manipulável utilizado para as aulas de trigonometria, além das tabelas trigonométricas e calculadoras científicas.

O ciclo trigonométrico também ajudou a mostrar outras relações trigonométricas que permitiram a compreensão do fato físico de que os alcances serão iguais se os ângulos forem complementares, isto é, $\alpha + \beta = 90^\circ$.

Após as devidas comparações entre as fórmulas da matemática e da física, a equipe passou a transcrever algumas outras conclusões. A seguir, outro trecho de um relatório entregue é transcrito:

"-o fato do coeficiente "a" da função do 2º grau ser negativo indica que o movimento do corpo está no

sentido oposto ao referencial adotado, que neste caso foi o solo.

-como o movimento do jato de água "sobe e desce", a concavidade da parábola do gráfico é sempre para baixo.

-Há dois zeros da função que são as posições inicial e final do jato. O primeiro zero é o mesmo para todos os ângulos.

-Segundo a teoria de lançamento de projéteis, ao lançar um corpo, com certa velocidade, de modo que ele vá para cima e simultaneamente para frente, essa velocidade é decomposta nos dois eixos (vertical e horizontal) (...)

-podemos perceber que: parábolas fazem parte do nosso cotidiano, ou seja, são reais; que a física e matemática caminham juntas;

-o alcance é máximo para o ângulo de 45° .

-No gráfico do espaço, a abscissa do vértice da parábola representa o instante em que o corpo muda de sentido.

-Na subida o movimento é retardado, na descida é acelerado."

Foi possível perceber que houve uma melhor compreensão, tanto do conteúdo da matemática quanto da física. Posicionamentos como os indicados acima, foram percebidos em todos os relatórios. Na apresentação final, ficou claro que as equipes perceberam que as duas disciplinas tratavam, naquele momento, da mesma coisa, mas em contextos diferentes.

A figura 4 representa uma simulação computacional de um grupo de alunos, utilizando-se o aplicativo *Power Point* para ilustrar o movimento do jogador, da bola e a trajetória descrita.

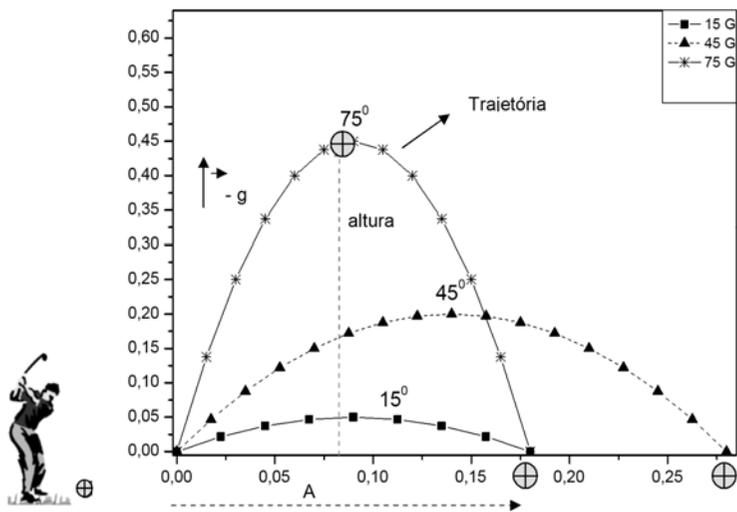


Figura 4. Simulação computacional apresentada pelo grupo 3, construído no aplicativo *Power Point*.

Durante as apresentações dos trabalhos, os alunos e as professoras participavam com perguntas e sugestões, relacionando os conceitos envolvidos, contornando-se assim, de acordo com Carmo e Carvalho (2009), o mecanicismo matemático das aulas tradicionais de física, em que a linguagem matemática torna-se um obstáculo à aprendizagem dos conceitos físicos, no lugar de ser uma forma de estruturar e interpretar os fenômenos naturais.

Considerações Finais

A participação ativa do aluno no experimento, a dinâmica do trabalho em grupo e a simultaneidade da exploração do conteúdo nas aulas de matemática e física, despertaram maior interesse pelo assunto, o que facilitou a aquisição da aprendizagem pelos alunos.

Pudemos perceber que, usando a interdisciplinaridade, foi possível trabalhar o conteúdo específico com maior profundidade, além de contemplar outros temas que talvez não fossem abrangidos e, o que é mais importante, dentro de um contexto que fez significado para o aluno.

Vale ressaltar que um trabalho como o relatado aqui não é construído de uma hora para outra. A postura do professor, o diálogo com os colegas, a pesquisa, a avaliação e reavaliação dos procedimentos e, principalmente, a disposição em correr riscos são fatores fundamentais para o sucesso do resultado, embora não sejam, de forma alguma, garantias para tal. Nesses casos, mais uma vez entra em cena a humildade do professor em reconhecer que não é o detentor de todo o saber e que este, principalmente num mundo globalizado, deve ser compartilhado, construído coletivamente, o que quer dizer que, junto com os procedimentos adotados, houve também muito estudo de física e matemática, por todos os participantes. Dúvidas surgiram no caminho, cujas

respostas tiveram que ser buscadas e explicadas, mas a aprendizagem dos temas em estudo compensou o esforço.

No projeto, a interação entre as professoras foi muito importante, porque com frequência os alunos tiravam suas dúvidas, independente do conteúdo, com aquela que viam primeiro. Entender e aceitar as dificuldades dos alunos ajudando-os a superá-las também foi outro desafio, pois se procurou não dar respostas prontas, mas sim incentivá-los na busca de alternativas e de explicações por meio de questionamentos.

A utilização de aplicativos computacionais (Origin e Power Point) para a construção e simulação do experimento, permitiu a diversificação de estratégias no ensino. Com isso, o professor dispõe de novas possibilidades para transmitir conteúdos e os alunos dispõem de uma maior variedade de meios para aprender. O fato de os alunos serem do curso técnico em informática facilitou esse trabalho, mas o mesmo poderia ter sido feito com estudantes de outros cursos.

Essa atividade também colaborou com a formação para cidadania dos alunos envolvidos, pois tiveram que aprender a trabalhar em grupo, ouvir, expor suas idéias, argumentar, fazer conjecturas, testar alternativas, reconhecer suas falhas e buscar aprimoramento pessoal, profissional e científico. Características que são procuradas nos indivíduos que buscam entrar (ou já estão) no mercado de trabalho. A escola pode e deve cumprir esse papel social.

Cabe destacar ainda que, após o projeto, os alunos continuaram interessados e procuravam buscar, por conta própria, outras aplicações para os demais temas estudados durante o ano letivo.

Apesar de metodologias como a usada aqui serem mais trabalhosas para o professor e exigirem maior disponibilidade de tempo e pesquisa, os resultados alcançados em termos de aprendizagem, e motivação para o estudo do aluno, são muito maiores e melhores e compensam o árduo trabalho. Outros assuntos poderiam ser explorados a partir desse mesmo experimento, partindo do interesse dos alunos, como, por exemplo, a questão ambiental sobre a água; o que mostra que o experimento permite ainda que seja trabalhado um tema transversal ainda pouco explorado nas aulas de matemática e física.

A avaliação da atividade foi feita por meio do acompanhamento das equipes (que na maior parte do tempo foi extraclasse), apresentação do trabalho para os demais colegas e relatório entregue. Uma das equipes escreveu o seguinte comentário no relatório, que retrata a aprendizagem obtida pelos alunos:

"(...) Foi muito bom este trabalho de matemática e física, pois além de vermos que o conteúdo é o mesmo, pudemos entender melhor o "por que" do uso de algumas fórmulas."

Enfim, a aplicação desse projeto mostrou-nos uma possibilidade de trabalhar física e matemática de forma diferente, integradora, que permite ao aluno aprender com prazer e enriquecer a prática do professor.

Referências

ALMEIDA, V. de O.; MOREIRA, M.A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, V.30, n.4, 4403(1-7), dezembro de 2008. Disponível em www.sbfisica.org.br

CARMO, A. B.; CARVALHO, A. M. P. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, nº 1, p 61-84, 2009.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 5ª. Ed. São Paulo: Scipione, 2000.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 19, n. 1, p. 89-109, agosto de 2002. Disponível em:

<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewArticle/9297> Acesso em 20 de novembro de 2009.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. El conocimiento de los profesores: una propuesta em El área de ciencias. Sevilla: Diada, 1998.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. Movimento de projéteis. In: **Universo da Física**. 1ª. ed. São Paulo: Ed. Atual, 2001. Vol. 1, p.204-219.

SILVA, G. S. F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem nas aulas de física: As interações entre professor e alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, nº1, p 21-46, 2009.

SILVA, S. V.; LOPES, A.M de A.; BOECHAT, J.; ALVES, P.M.; OLIVEIRA, S.S. Ambiente Colaborativo de Aprendizagem – Um estudo de caso baseado no curso de Engenharia de Produção dos Institutos Superiores de Educação (ISECENSA). In: SIMPEP, 13, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: Unesp, 2006, p.1-9. Disponível em :www.simpep.feb.unesp.br. Acesso em 25 set. 2009.

Sobre Os Autores:

Claudete Cargnin Ferreira. Doutoranda em Educação para a Ciências e a Matemática (UEM-PR). Professora de Matemática, do ensino técnico integrado em informática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus* Campo Mourão-PR. Formação Acadêmica: licenciada em matemática (UEM-PR). Mestre em Engenharia (UFSC). Atuação na educação Básica: 15 anos. Email cargnin@utfpr.edu.br ou claucf@gmail.com.

Adriana da Silva Fontes. Doutora em Física. Professora de Física, do ensino técnico integrado em informática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus*

Campo Mourão, PR. Licenciada em matemática (UEM-PR). Mestre em Física (UEM). Doutora em Física (UEL). Atuação na educação Básica: 12 anos. Email asfontes@utfpr.edu.br.

Angela Mognon. Mestre em Matemática. Professora de Matemática, do ensino técnico integrado em informática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus* Campo Mourão, PR. Licenciada em matemática (UEM-PR). Mestre em Matemática (UEM). Atuação na educação Básica: 2 anos. Email amognon@utfpr.edu.br.

An experiment with a water jet to teach mathematics and physics

Abstract

This paper reports the results obtained from the development of a project realized with first year students of a technical school. It proposes to illustrate the contribution of an interdisciplinarity approach to the learning of mathematics and physics. The activity aims to provide, in a practical manner the understanding of quadratic functions to interpret the behavior of a body in oblique motion. The reproduction of the experiment, its construction and the interpretation of the graphical representation and identification of the equations led the students to perceive the relationship between physics and mathematics. During and after implementation of the project the students were highly motivated to study as well as interested in searching the solution for different problem situations.

Keywords: interdisciplinarity, education, mathematics teaching, physics teaching.