



ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM SIMULADOR PARA PLANO INCLINADO

*Wanderley Pivatto Brum**
Elcio Schuhmacher
Sani de Carvalho Rutz da Silva

RESUMO

O objetivo desse artigo é apresentar a descrição de uma atividade de ensino, ocorrida nas aulas de Matemática e Ciências, com alunos de nono ano do ensino fundamental de uma escola pública da rede estadual de Tijucas, Santa Catarina, durante o mês de novembro de 2013 sobre o tema plano inclinado. A atividade desenvolvida, descrita neste artigo ocorreu com o uso de um simulador virtual a fim de estudar o tema plano inclinado, bem como o uso de funções na abordagem de um fenômeno físico. Para uma melhor compreensão sobre funções, se partiu de um experimento de física, que representa um corpo em rolagem sobre um plano inclinado. Em geral, os resultados evidenciaram que os alunos perceberam a importância da utilização da matemática no desenvolvimento dos fenômenos explicados pela física e, conseqüentemente, para sua aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Matemática e Ciências. Atividade interdisciplinar. Simulação.

INTERDISCIPLINARY ACTIVITY OF MATHEMATICS AND SCIENCE THROUGH THE USE OF A SIMULATOR FOR INCLINED PLANE

ABSTRACT

The objective of this Article is to present a description of a teaching activity, which took place in Math and Science classes, with students from the 9th year of Middle School, in a public school in Tijucas region, in the state of Santa Catarina, during the month of November 2013. The developed activity, described in this article, occurred with the use of a virtual simulator in order to study the topic slope, as well as the use of functions in the approach of a physical phenomenon. For a better understanding of functions, an experiment of physics, that represents a body in scrolling on a slope was first conducted. In general, the results showed that the students perceived the importance of the use of mathematics in the development of the phenomena explained by physics and, consequently, its importance in their learning.

Keywords: Teaching of mathematics and science. Interdisciplinary activity. Simulation.

* Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (FURB). Professor no Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, RJ. Contato: ufsc2013@yahoo.com.br.

ACTIVIDAD INTERDISCIPLINARIA DE LAS CIENCIAS Y LAS MATEMÁTICAS MEDIANTE DEL USO DE UN SIMULADOR DE PLAN INCLINADO

RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar una descripción de la actividad de la enseñanza producida en las clases de matemáticas e ciencias, con estudiantes del nono grado de una escuela pública de la red estatal de Tijucas, Santa Catarina, en el mes de 2013 Noviembre sobre el tema plano inclinado. La actividad, que se describe en este artículo, se produjo con el uso de un simulador virtual con el fin de estudiar el tema plano inclinado, así como el uso de funciones en el enfoque de un fenómeno físico. Para una mejor comprensión de las funciones, que comenzó con un experimento de física, que representa el cuerpo en desplazamiento en una pendiente. En general, los resultados mostraron que los estudiantes perciban la importancia del uso de las matemáticas en el desarrollo de los fenómenos explicados por la física y, en consecuencia, su aprendizaje.

Palabras clave: Enseñanza de las matemáticas y las ciencias. Actividad interdisciplinaria. Simulación.

INTRODUÇÃO

A aula pratica apresenta consequências positivas no ensino interdisciplinar de ciências e matemática, pois tem-se o desenvolvimento de habilidades durante a execução do experimento, tais como: habilidades na manipulação de instrumentos de medidas; o desenvolvimento do senso crítico sobre incertezas das medidas; enriquecimento de suas perspectivas sobre o desenvolvimento científico; habilidades de comunicação e utilização da linguagem física e matemática para o estudo do fenômeno físico. Durante a aula deve ser destacada a utilização da linguagem matemática, enquanto ferramenta para o estudo de um fenômeno físico, a fim de expressar e comunicar um modelo científico ([PIETROCOLA, 2002](#)); ([KARAM, PIETROCOLA, 2009](#)).

A aula prática, neste trabalho, consistiu da realização de um experimento, o plano inclinado que se mostra uma boa atividade experimental, pois possibilita aos alunos o desenvolvimento de habilidades na realização de medidas e na coleta, tratamento e análise de dados, procedimentos esses amplamente utilizados na construção do conhecimento científico, bem como uma oportunidade para o aluno no uso de um simulador como uma atividade de modelagem e manipulação das variáveis matemáticas, envolvidas no processo físico sobre o estudo dos movimentos.

A atividade de modelagem/simulação possibilita ao aluno transitar nas diferentes formas de representação de uma função, usando a construção de tabelas, gráficos e na busca de generalizações expressas por meio de algoritmos, tornando-se uma boa atividade de instrução tanto para a disciplina de ciências, quanto para a disciplina de matemática. [Carvalho \(2010\)](#) coloca que a medida em que amplia o domínio do ferramental matemático, aplicando-o no estudo de um fenômeno físico, o aluno caracteriza a matemática enquanto linguagem para expressar ideias, modelos e teorias físicas, possibilitando de forma significativa, o aprendizado nas duas disciplinas.

Além disso, com a realização do experimento do plano inclinado nas aulas de ciências e/ou matemática, professor e alunos podem vivenciar as dificuldades que Galileu,

tivera na execução e manejo do trabalho. A ideia central do experimento é observar a relação existente entre o espaço percorrido pela esfera e o tempo transcorrido de rolagem.

Ao serem efetuadas as medidas, as relações encontradas podem ser extrapoladas, como por exemplo, o movimento de rolagem de esferas sobre planos inclinados para o estudo e compreensão das características físicas envolvidas o modelo matemático envolvido na queda livre dos corpos.

A RELAÇÃO ENTRE A MATEMÁTICA E O CONHECIMENTO FÍSICO

Muitos professores atribuem, de forma imprudente e impensada, uma diferenciação e um distanciamento entre o mundo da ciência e o mundo cotidiano, ou o que se pode denominar de cultura científica e a cultura do senso comum. Esta visão é posta pela sociedade e construída ao longo da história acerca da ciência (THOMAZ, 2000).

De maneira geral, entende-se que os resultados apresentados de maneira formal e tanto complexo, ocorre somente com a utilização de equipamentos sofisticados e encontrados somente em laboratórios especializados. Esse pensamento faz com que perpetue o mito do cientista que trabalha recluso em um laboratório altamente sofisticado, afastando cada vez mais a ciência do cidadão comum.

Nessa direção, a resolução dos problemas em sala de aula segue uma lógica diferenciada da utilizada nas situações cotidianas, apresentando outra diferença entre essas culturas no que diz respeito à linguagem usada. Diferentemente da maioria das situações cotidianas, a ciência normalmente utiliza-se da matemática enquanto maneira de expressar-se. Na ciência, de um modo geral e, especialmente na física, o emprego da linguagem matemática é critério de cientificidade. Sendo assim, toda essa diferenciação se reverte, então, em dificuldades no ensino das ciências (PIETROCOLA, 2002).

No entanto, o papel desempenhado pela matemática na constituição do conhecimento físico parece provocar dilemas. Segundo Pietrocola (2002), tem-se que para uns a matemática é senão, apenas a ferramenta do método empírico, método esse que, quando aplicado corretamente seria capaz de obter todo o conhecimento da realidade. Para outros, a matemática é senão a própria essência da realidade, sendo, a física, o método para alcançá-la.

Gil Perez e Castro (2001) colocam que a compreensão do real é fruto de um processo dialético entre o teórico e o empírico, entre a razão e a experiência e a matemática entremeia este processo. É fato que a matemática está presente na produção científica, isso pode ser bem visto nos livros e artigos científicos (CARVALHO, 2004). Na física, a utilização da matemática, enquanto linguagem, fica ainda mais destacada, pois esta recorre frequentemente a representações algébricas, gráficas e vetores, ou seja, ao conhecimento matemático. Nessa perspectiva, além dos conhecimentos no campo da matemática interagirem com outras áreas, como a Física e a própria Ciência, tenta compreender os fenômenos e as situações do cotidiano.

Diante da necessidade da utilização da linguagem matemática no ensino das ciências, comumente professores de física a elegem como responsável pelo fracasso no ensino de sua disciplina (CARVALHO, 2004) discutindo a fragilidade ou falta de base dos alunos nos conhecimentos matemáticos. A linguagem matemática seria então, para muitos professores de física, a principal responsável pelo baixo desempenho dos alunos nessa disciplina, assim, para esses, uma boa formação em matemática nos anos antecedentes ao ensino de física seria a garantia de sucesso do seu aprendizado.

Referente a esse argumento, [Pietrocola \(2002\)](#) chama a atenção para a necessidade de uma análise mais fundamentada, para mensurar o real papel da matemática na constituição e no ensino de física. Para o autor, o argumento de que o insucesso dos alunos na aprendizagem da física deve-se à insuficiência na formação matemática, é reforçado pela ideia (mantida por autores e professores) da matemática enquanto instrumento/ferramenta ou linguagem (apenas como meio de comunicação) da física.

Assim, discute-se a existência de uma relação mais complexa entre as duas disciplinas, considerando a matemática uma linguagem estruturante da física, sendo que essa relação acarreta importantes implicações para o ensino da física, pois pelo uso da linguagem matemática define-se leis, princípios, etc. Sobre o papel da matemática enquanto linguagem estruturante do conhecimento físico, tem-se:

Um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou princípios teóricos. Nesse contexto, ela é uma forma de linguagem e ferramenta, por meio da qual são estruturadas as relações entre os elementos constituintes de uma teoria ([PINHEIRO; ALVES; PIETROCOLA, 2002, P. 40](#)).

No ensino, as atividades na disciplina de física têm-se limitado muitas vezes à resolução de problemas fechados e exercícios numéricos, contribuindo para que os alunos reforcem o sentimento de que a física é pura matemática. Porém, quanto ao ensino, essa questão de como a matemática deve ser ensinada e aprendida no contexto da física, precisa ser melhor analisada.

Embora exista consciência por parte de alunos e professores de que a física é uma ciência da natureza e que relatos de experiências, observações, laboratórios e dados empíricos, etc., abundam nos livros e nos discurso didáticos, as atividades escolares acabam por se restringir às aplicações de formalismos matemáticos e aos exercícios numéricos extraídos das teorias. ([PIETROCOLA, 2002, p. 92](#))

Decorrente dessa percepção da matemática enquanto apenas instrumento e/ou linguagem da física, tem se levado à constatação de que é preciso dominar os conteúdos matemáticos para se aprender física. Ainda nesse contexto a física no âmbito escolar tem-se tornado sinônimo de operacionalismo matemático, sendo necessário, portanto, uma melhor análise do papel ou função da matemática no ensino dessa disciplina, para que dessa forma ultrapasse o que se constata ou apresentando atualmente, a matemática enquanto obstáculo à aprendizagem da física e causador de insucesso no contexto educacional.

Quanto à organização curricular da educação básica, nota-se uma possível articulação entre os conteúdos de matemática e física. Na oitava série do ensino fundamental, conteúdos estudados, por exemplo, na disciplina de matemática, são utilizados no estudo dos conteúdos de ciência, como por exemplo, a potenciação e a notação científica, a trigonometria e as funções (estudadas em matemática) e problemas de medidas, estudo das forças e do movimento dos corpos (estudadas em ciência). Na primeira série do ensino médio essa relação é bastante visível, na disciplina de física, onde o estudo da cinemática fundamenta-se em conhecimentos sobre as funções, que são estudadas anteriormente e/ou em paralelo na disciplina de matemática.

Para [Pinheiro et al. \(2001\)](#), há a necessidade de etapas ou atividades iniciadoras que permitam aos alunos ter o domínio dos modelos matemáticos em contextos específicos. Seria necessário que por meio dessas atividades, os alunos compreendessem que os modelos matemáticos são a maneira pela qual o conhecimento científico é estruturado e então comunicado. Esses autores destacam que os procedimentos adotados nesse tipo de atividades são os correspondentes ao processo de modelização ou modelagem matemática[†].

Sobre a utilização da modelagem matemática no ensino argumenta-se:

Como é essencialmente um método de pesquisa, no Ensino, a modelagem matemática pode tornar-se caminho para despertar no aluno interesse por assuntos de matemática e, também, de alguma área da ciência que ainda desconheça, ao mesmo tempo em que ele aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçado seu senso investigativo e criativo ([BIEMBENGUT, 2004, p. 23](#)).

A realização do experimento do plano inclinado possibilita os alunos envolverem-se numa atividade de coleta de dados, na qual são medidas as grandezas físicas tempo transcorrido de rolagem e distância percorrida pela esfera sobre o plano. A representação da relação entre essas grandezas físicas e das funções matemáticas, como variação linear ou quadrática, caracteriza o movimento e envolve os alunos na atividade física e matemática.

MODELIZAÇÃO MATEMÁTICA

Para [Bassanezi \(2002\)](#), um modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto de estudo, sendo que sua importância está na utilização de uma linguagem concisa e que pode expressar as ideias de modo claro e sem ambiguidades. Já a modelagem matemática é a arte de transformar em problemas matemáticos as situações ou problemas da realidade. A modelagem matemática consiste no processo de obtenção e validação de modelos matemáticos, que tem como finalidade a previsão de tendências, fato este conquistado usando da abstração e a generalização utilizadas nesse processo.

[Karam e Pietrocola \(2009\)](#), partindo inicialmente do pressuposto de que não basta apenas saber matemática, dentro do próprio contexto da disciplina, para utilizá-la na compreensão e/ou modelagem dos fenômenos físicos. Eles fazem uma análise da utilização da matemática no ensino de física e apresentam uma distinção entre duas categorias ou habilidades a serem desenvolvidas, quanto à aprendizagem de matemática, denominadas por eles de *habilidades técnicas* e *habilidades estruturantes* (Quadro 1).

As habilidades técnicas são tradicionalmente desenvolvidas dentro da própria disciplina de matemática e estão relacionadas diretamente ao domínio técnico de algoritmos, como por exemplo, realizar cálculos, resolver equações, construir gráficos, utilizar fórmulas, etc. As habilidades estruturantes são desenvolvidas quando do uso da

[†] Para os procedimentos e etapas do processo de modelagem matemática, ver [Bassanezi \(2002\)](#) e [Biembegut e Hein \(2005\)](#). Esses autores designam de modelação matemática a utilização da modelagem matemática no ensino e aprendizagem de matemática.

matemática em outros domínios, em especial na física, e estão relacionadas à capacidade de pensar e compreender os fenômenos do mundo físico.

Quadro 1. Distinções entre as habilidades técnicas e habilidades estruturantes, segundo [Karam e Pietrocola \(2009\)](#).

<i>habilidades técnicas</i>	<i>habilidades estruturantes</i>
<ul style="list-style-type: none">- pertencem mais ao campo interno da própria matemática.- requerem o domínio instrumental de algoritmos, regras, fórmulas, gráficos, etc.- na maioria das vezes não estão relacionadas com alguma situação-problema ou aplicação.	<ul style="list-style-type: none">- dizem respeito à capacidade de utilizar a matemática fora de seus domínios.- requerem pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico.- servem para estruturar o mundo físico por meio da matemática.

No ensino de física, o desenvolvimento dessas habilidades estruturantes está relacionado com o processo de construção de modelos, ou da modelização ([KARAM; PIETROCOLA, 2009](#)). No entanto, no que diz respeito ao ensino de física, a construção ou apropriação de modelos, o processo de modelização é pouco abordado e seu ensino tem se restringido a simples apresentação de modelos prontos. Assim, a referência a modelos matemáticos no ensino de física tem se apresentado basicamente sob dois modos, reduzidos e contraditórios, ou como retratos fiéis da realidade, ou então, sem nenhuma contextualização histórica ([PINHEIRO; PIETROCOLA; ALVES, 2001](#)).

No ensino de física, a modelização matemática é apontada por [Pinheiro et al. \(2001\)](#) e [Pietrocola \(2002\)](#) como uma alternativa metodológica para estabelecer a função da matemática enquanto linguagem estruturante do conhecimento físico. Esses autores sugerem a necessidade da realização de atividades que introduzam os alunos do ensino básico na prática de modelização matemática de fenômenos naturais.

Para o contexto do ensino de Física, uma modelização matemática precisa incorporar de forma explícita o domínio empírico, ou seja, envolver atividades experimentais. Uma boa atividade modelizadora deveria necessariamente se preocupar na passagem dos dados brutos contidos numa observação, até uma representação conceitual de um fenômeno enfocado. ([PIETROCOLA, 2002, p.107](#))

Atividades de modelização de variáveis

Segundo [Pinheiro, Pietrocola e Alves \(2001\)](#) uma atividade de modelização matemática, considerada aqui mais especificamente no processo de ensino e aprendizagem de física, e tratando especificamente das relações entre grandezas físicas, e denominada de modelização de variáveis, é basicamente constituída pelos seguintes procedimentos: motivação, formulação de hipóteses, validação de hipóteses e novos questionamentos e enunciado (Figura 1).

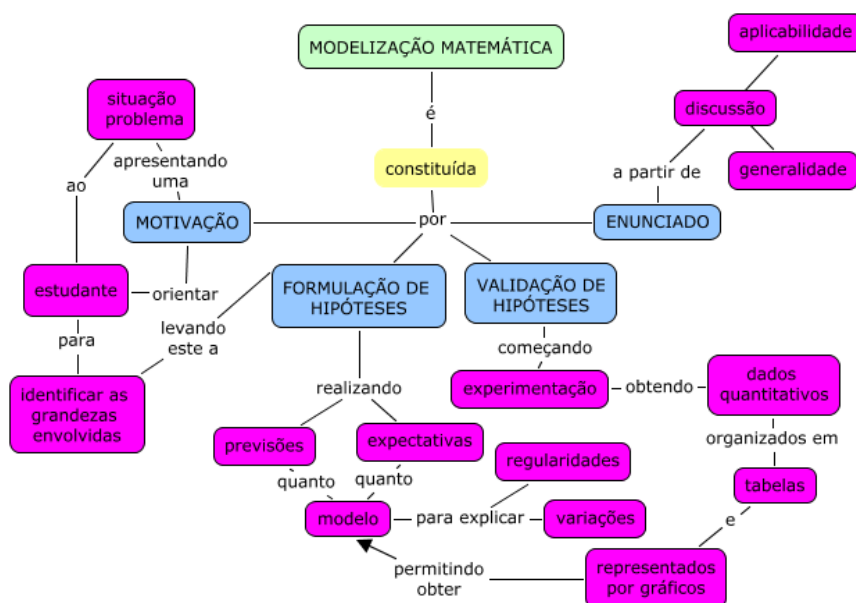


Figura 1. Mapa de uma atividade de modelização matemática. Fonte: Dos autores, 2013.

A motivação consiste na apresentação de uma situação-problema que tenha significado para o aluno e que, portanto, tenha relações com suas experiências anteriores (MOREIRA; MASINI, 2009), de modo que o aluno tenha alguma conceituação prévia sobre os objetos de estudo. Nesse momento deve-se orientar a atenção do aluno para a identificação das grandezas envolvidas na situação em questão, o que muda ou não, ou quais grandezas ou variáveis se relacionam ou não com o objeto de investigação.

Uma vez valorizada a percepção da existência de regularidades e variações, inicia-se a formulação de hipóteses a respeito das variações entre essas grandezas. Nesta etapa, faz-se uma previsão ou uma expectativa teórica quanto ao modelo que poderia explicar as regularidades e variações observadas.

A validação das hipóteses inicia-se pela experimentação e concretiza-se basicamente pelo ato de atribuir e obter dados quantitativos referente as grandezas envolvidas. Os dados obtidos podem ser organizados e apresentados em tabelas para uma melhor análise desses dados ou podem ser representados mediante a construção de gráficos, pela distribuição dos pontos e na idealização do problema, permitindo a obtenção de um modelo analítico ou algébrico, que por sua vez, possibilita a realização de novos questionamentos.

Na conclusão da atividade experimental, faz-se então uma comparação entre o modelo empírico, os dados coletados e modelo teórico. Nessa etapa, denominada de enunciado, faz-se uma discussão quanto à generalidade do modelo obtido e de sua aplicabilidade a outros contextos.

Para Pinheiro, Pietrocola e Alves (2001), as atividades de modelização de variáveis devem ser desenvolvidas de modo que o aluno utilize e, então, passe a ter domínio das três formas de representação de uma função (tabelas, gráficos e fórmulas). Faz-se necessário para isso, que os alunos realizem atividades, a fim de possibilitar o desenvolvimento de habilidades na construção de tabelas e gráficos, na análise de dados, na interpolação e extrapolação de dados e na generalização por meio de um modelo algébrico. Na concepção de Bonadiman (2004), todo esse procedimento contribui para o conhecimento e a utilização da matemática enquanto linguagem estruturante do

conhecimento científico e, também, para desmistificar as fórmulas que muitas vezes passam a ser encaradas pelos alunos como algo surgido da cabeça de algum gênio e, portanto, incompreensível para eles.

ATIVIDADE DE MODELIZAÇÃO DE VARIÁVEIS USANDO DE SIMULADOR DO PLANO INCLINADO

A atividade descrita a seguir foi realizada com uma turma de dezoito alunos do nono ano do ensino fundamental, de uma escola da rede pública do estado de Santa Catarina. Constitui-se em uma das atividades de um conjunto de propostas elaboradas, aplicadas e analisadas, de uma sequência didática, referente ao estudo das funções e da queda livre dos corpos nas disciplinas de matemática e ciências.

A atividade foi realizada mediante a exploração de um simulador do plano inclinado. Nesse simulador, pôde-se informar os seguintes dados: distância total do plano; ângulo de inclinação do plano; distância inicial; velocidade inicial; e gravidade. Uma vez com os dados, pôde-se simular o experimento e obter as seguintes informações: medidas das grandezas velocidade e distância percorrida pelo corpo sobre plano inclinado em função do tempo de descida; velocidade final; tempo final; aceleração; e também obter o gráfico da velocidade e do espaço percorrido em função do tempo[‡].

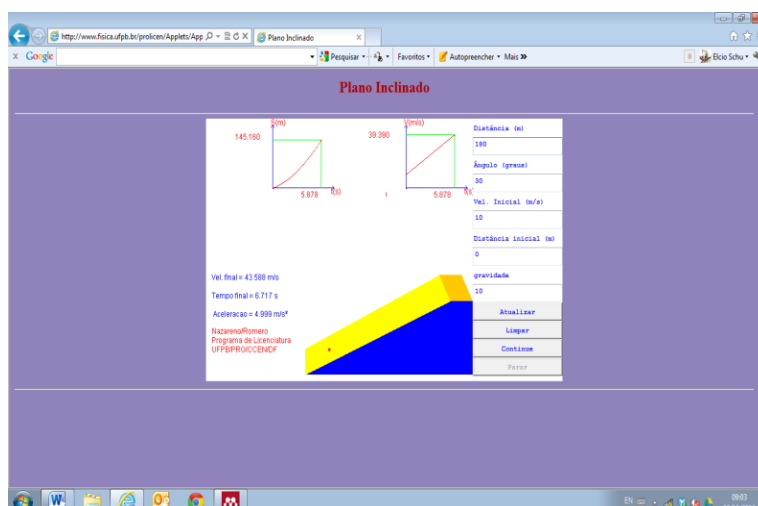


Figura 2. Simulador do plano inclinado

O simulador produz uma situação de movimento do corpo, desde o plano horizontal (inclinação de 0°) e pode-se explorar o movimento uniforme dos corpos ou na situação de queda livre no qual temos o plano vertical (inclinação de 90°). O simulador permite qualquer inclinação (entre 0° e 90°), bem como a exploração do movimento uniformemente variado com diferentes acelerações.

Por ser um simulador e usar de equações matemáticas para descrever o movimento retilíneo, tem-se que seus movimentos são descritos para uma situação ideal, ou seja, sem atrito entre o corpo e o plano e, que obedece ao modelo matemático descrito

[‡] Informações sobre o simulador em:

<<http://www.fisica.ufpb.br/prolicen/Applets/Applets1/PlanoInclinado/PlanoInc.html>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

para os movimentos uniformemente variados. No Quadro 2, encontram-se as questões apresentadas aos alunos para auxiliá-los na obtenção do modelo matemático e na posterior aplicação a outras situações.

Quadro 2. Questões a serem respondidas pelos alunos no experimento com o plano inclinado.

1. O movimento de rolagem da esfera sobre o plano inclinado apresenta quais características? A velocidade de descida é constante ou aumenta com o tempo?
2. As razões entre a distância percorrida e o quadrado do tempo transcorrido apresentaram resultados próximos? Próximos a qual resultado?
3. Obtenha o modelo matemático que descreve o movimento da esfera sobre o plano inclinado. Escreva a equação que relaciona distância percorrida em função do tempo transcorrido.
4. Utilize a equação da questão anterior e complete a tabela:

$t(s)$	$d(m)$
0	

5. Numa folha de papel milimetrado construa um gráfico para ilustrar os dados da tabela da questão anterior. Coloque os tempos no eixo das abscissas e as distâncias no eixo das ordenadas.

As questões explicitadas buscam auxiliar os alunos na obtenção e aplicação do modelo matemático. Durante a aplicação e uso do simulador pelos alunos, é comum ocorrerem dificuldades de interpretação dos resultados. Neste momento é necessária a mediação do professor, o qual deve auxiliar no entendimento dos resultados, e assim, evitar a resposta aos alunos, pois cabe aos alunos construir o conhecimento.

Numa primeira simulação, sem qualquer inclinação para o plano, explorou-se o movimento uniforme dos corpos e as funções do 1º grau (Quadro 3). Os alunos simularam o experimento com as medidas das grandezas pré-determinadas, anotaram então os dados obtidos numa tabela, realizaram alguns cálculos sugeridos e então obtiveram a fórmula matemática que relaciona a distância percorrida pelo corpo em função do tempo. Os alunos se mostravam intrigados e curiosos com o simulador e seus recursos. Era nítido a motivação e o olhar atento ao desenvolvimento da atividade.

Quadro 3. Proposta de simulação para estudar o movimento retilíneo uniforme.

Realize uma simulação com os seguintes dados: distância de $400m$; ângulo de 0° ; velocidade inicial de $20m/s$ distância inicial de $0m$ e gravidade de $10m/s^2$. Use as funções parar e começar e obtenha quatro medições, anote os dados na tabela:

$t(s)$	$d(m)$	d/t

Obtenha a equação matemática que determina a distância percorrida em função do tempo transcorrido.

Numa segunda simulação, desta vez como o plano inclinado, explorou-se o estudo do movimento dos corpos uniformemente variado e as funções do 2º grau. Os alunos simularam o experimento com as medidas das grandezas pré-determinadas, anotaram os dados obtidos numa tabela, realizaram alguns cálculos sugeridos e obtiveram a fórmula matemática que relaciona a distância percorrida pelo corpo em função do tempo. Observaram a forma gráfica da equação que descreve o movimento variado, conforme Quadro 4.

Quadro 4. Proposta de simulação para estudar o movimento retilíneo uniformemente variado

Realize uma simulação com os seguintes dados: distância de $400m$; ângulo de 30° ; velocidade inicial de $0m/s$ distância inicial de $0m$ e gravidade de $10m/s^2$. Use as funções parar e começar e obtenha quatro medições, anote os dados na tabela:

$t(s)$	$d(m)$	d/t^2

Obtenha a equação matemática que determina a distância percorrida em função do tempo transcorrido.

Numa terceira simulação, desta vez com o plano inclinado em 90° , ou seja, na vertical, explorou-se o estudo do movimento dos corpos em queda livre e as funções do 2º grau. Os alunos simularam o experimento com as medidas das grandezas pré-determinadas, anotaram os dados obtidos numa tabela, realizaram alguns cálculos sugeridos e obtiveram então a fórmula matemática que relaciona a distância percorrida pelo corpo em função do tempo, conforme o Quadro 5.

Quadro 5. Proposta de simulação para estudar o movimento de queda livre

Realize uma simulação com os seguintes dados: distância de $400m$; ângulo de 90° ; velocidade inicial de $0m/s$ distância inicial de $0m$ e gravidade de $10m/s^2$. Use as funções parar e começar e obtenha quatro medições, anote os dados na tabela:

$t(s)$	$d(m)$	d/t^2

Obtenha a equação matemática que determina a distância percorrida em função do tempo transcorrido.

Como última simulação, novamente com o plano inclinado em 90° , explorou-se mais uma vez, o estudo do movimento dos corpos em queda livre e as funções do 1º e 2º grau. Os alunos simularam o experimento com as medidas das grandezas pré-determinadas, anotaram os dados obtidos numa tabela, e construíram os gráficos que relacionavam a velocidade de queda e a distância percorrida pelo corpo em função do tempo de queda (Quadro 6).

Quadro 6. Proposta de simulação para estudar o movimento de queda livre.

Realize uma simulação mantendo constantes os seguintes dados: ângulo de 90° ; velocidade inicial de 0m/s distância inicial de 0m e gravidade de 10m/s^2 . Mude a distância de 0m até 180m completando a tabela:

$t_{\text{final}}(s)$	$V_{\text{final}}(m/s)$	$d_{\text{percorrida}}(m)$
		0

Construa um gráfico para representar a velocidade em função do tempo e um gráfico para representar a distância percorrida em função do tempo.

Nessas quatro simulações propostas, foram exploradas as três formas de representação de uma função do 1º e 2º grau, mediante as seguintes atividades: coleta das medidas de tempo, velocidade, distância; preenchimento de tabelas; construção de gráficos para representar os dados das tabelas; e obtenção de fórmulas a partir dos dados e dos cálculos realizados. Desse modo, usou-se do ferramental matemático, especificamente, das três formas de representação de uma função, enquanto linguagem, para estruturar e comunicar um modelo matemático referente a um fenômeno físico, no caso, o movimento dos corpos.

Com o preenchimento das tabelas e com as respostas dadas às questões especificadas, pôde-se ir além dos dados coletados, possibilitando a obtenção de um modelo matemático expresso em três representações diferentes, ou seja, em tabelas, gráfico e equação. Além disso, foi possível mostrar o que é interpolar e extrapolar novos dados, considerando tempos e distâncias diferentes das obtidas.

Abaixo estão as questões que foram respondidas pelos alunos para auxiliá-los na obtenção do modelo matemático e na sua posterior aplicação. Como é possível verificar nas questões formuladas, também exige-se novas representações de movimentos na forma de tabela e gráfico.

1. O movimento de rolagem da esfera sobre o plano inclinado apresenta quais características? A velocidade de descida é constante ou aumenta com o tempo?
2. As razões entre a distância percorrida e o quadrado do tempo transcorrido apresentaram resultados próximos? Próximos a qual resultado?
3. Obtenha o modelo matemático que descreve o movimento da esfera sobre o plano inclinado. Escreva a equação que relaciona distância percorrida em função do tempo transcorrido.
4. Utilize a equação da questão anterior e complete a tabela:

$t(s)$	$d(m)$
0	

5. Numa folha de papel milimetrado construa um gráfico para ilustrar os dados da tabela da questão anterior. Coloque os tempos no eixo das abscissas e as distâncias no eixo das ordenadas.

Diante da necessidade de verificar a evolução dos alunos quanto aos procedimentos na coleta e tratamento matemático de dados e na obtenção de modelos matemáticos para explicar um fenômeno físico, realizou-se anteriormente, ao uso do simulador, um experimento com o plano inclinado, no qual consta de um trilho de alumínio (10 metros de calha), apoiado sobre uma das rampas da escola e diversas esferas de massa diferente.

As medidas foram obtidas pelos grupos que revessavam-se na realização do experimento, abandonando a esfera a partir de um ponto inicial ou realizando a medida de tempo em uma das distâncias determinadas, enquanto outro integrante do grupo anotava as medidas de tempo para cada distância, organizando assim, os dados numa primeira tabela. O simulador foi usado para enriquecer e complementar a aula prática, pois permite a execução de atividades que não são possíveis de serem vistas no experimento.

O uso do simulador atenta para o fato de que seu uso aproxima-se da realidade física do experimento, como por exemplo, do plano inclinado e que a ação empreendida pelo aluno neste caso, consiste basicamente em alterar os valores de variáveis e parâmetros de entrada e observar as alterações nos resultados.

A atividade no simulador deve ocorrer após o experimento, no qual ocorreu a coleta de dados das grandezas tempo e distância e no preenchimento de tabelas, construção de gráficos e obtenção de fórmulas. Dentro da aula prática, simulação e o experimento têm o mesmo objetivo, ou seja, a obtenção e tratamento matemático de dados.

Na realização dessa atividade que culminou com o uso do simulador, observamos que os estudantes, por intermédio da observação, argumentações e ilustrações, aplicaram adequadamente as informações científicas (baseadas nas investigações e explicações do professor), além do enriquecimento do vocabulário científico, fato que julgamos relevante. De qualquer maneira, podemos afirmar que o processo de construção conceitual dos estudantes tem uma natureza dinâmica e o reconhecimento desta característica é fundamental para a sua aprendizagem.

Perde-se evidentemente, com o uso do simulador, a manipulação por parte dos alunos com os instrumentos de medida e com o próprio plano inclinado, mas por outro lado, ganha-se quanto às possibilidades de repetir o experimento com as mais variadas inclinações e comprimentos para o plano. Além disso, obtêm-se dados, ou seja, medidas de tempos e distâncias para comprimentos do plano inclinado que simplesmente seriam impraticáveis concretamente e, também, tem-se a possibilidade de extrapolar a inclinação do plano até obter-se, enfim, a queda livre.

CONSIDERAÇÕES

A utilização de uma aula prática, consistindo de um experimento e de um simulador permite um aprofundamento dos conceitos físicos envolvidos e possibilita uma melhor visualização do conteúdo abordado. A aula prática, de uma maneira geral, na qual se diversifica as estratégias, permite que os alunos se tornem mais participativos. A possibilidade de rapidamente mudar parâmetros e verificar a consequência nos movimentos estudados que uma modelagem matemática proporciona, incita os estudantes a querer conhecer o comportamento dos sistemas físicos nas mais diversas situações. Este tipo de aula, mais interativa, é um dos elementos que pode tornar o processo de ensino mais dinâmico.

Os alunos acabaram percebendo a importância da utilização da matemática no desenvolvimento dos fenômenos explicados pela física e, conseqüentemente, para a

aprendizagem, além da necessidade da realização de atividades de ensino, aulas práticas que possibilitem utilizar a matemática enquanto linguagem estruturante do conhecimento físico.

Assim, encontra-se em [Bassanezi \(2002\)](#), que o desenvolvimento do gosto pela matemática é facilitado quando o aluno é movido por estímulos e interesses externos à matemática, provenientes do mundo real. Desse modo, indica-se a necessidade de utilizar os instrumentos da matemática interrelacionados com outras áreas do conhecimento.

Considerando que as funções constituem-se na linguagem matemática utilizada para o estudo dos fenômenos físicos, tais como o movimento dos corpos, tem-se que esses conteúdos privilegiam uma integração, e que uma proposta nessa perspectiva pode ser vantajosa para ambas às disciplinas. Os conceitos da física enriquecem com significado e aplicações o estudo das funções, enquanto essas enriquecem o estudo do movimento dos corpos por meio de uma linguagem mais concisa, universal e sem ambiguidade.

Ainda em consideração a importância que esses conteúdos têm na composição do programa curricular no nono ano do ensino fundamental, justamente nesse ano o estudo das funções e do movimento dos corpos passa a ser mais sistemático, justificando, portanto, esse momento como propício para uma abordagem integradora, que vise uma aprendizagem mais eficiente e significativa. Acreditamos também que reflexos positivos poderão ser sentidos quando do estudo desses conteúdos na primeira série do ensino médio.

Mais especificamente, a aula prática propiciou aos alunos transitar pelas três maneiras de representação de uma função, mediante a construção e análise de tabelas e gráficos e da obtenção de fórmulas, contribuindo significativamente para desmistificar a obtenção e uso de fórmulas que, muitas vezes, são apresentadas aos alunos sem qualquer justificativa e, por conseguinte, encaradas por estes, como algo por vezes incompreensível.

SUBMETIDO EM 17 dez. 2013

ACEITO EM 15 jun. 2015

Referências

[BASSANEZI, R. C.](#) **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática:** uma nova estratégia. São Paulo: Ed. Contexto, 2002.

[BIEMBENGUT, M. S.](#) **Modelagem matemática & implicações no ensino aprendizagem de matemática.** 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2004.

[BONADIMAN, H.](#) et al. Difusão e popularização da ciência. Uma experiência em Física que deu certo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2004. p. 4. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org/eventossnef/xvi/cd/resumos/T0131-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2015.

[CARVALHO, A. M. P.](#) **Ensino de ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

GIL PEREZ, D.; CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-156, 2001.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009. Disponível em: <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2_2009/ricardo.pdf>. Acesso em: 26 set. 2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, F. S. E. **Aprendizagem significativa**: condições para sua ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2009.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 89-109, 2002. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297/8588>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

PINHEIRO, T. F.; PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J. P. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. 2001.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 360-369, 2000.