

O ENSINO DE FUNÇÕES E A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA: O SIMULADOR PHET E O SOFTWARE WINPLOT COMO FACILITADORES DA APRENDIZAGEM

Ricardo Augusto Guimarães Romeiro

Mestre. Professor da UNIFATEA Lorena-SP. Email: ricardoromeiro@usp.br.

Roberta Veloso Garcia

Professora Doutora da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. E-mail: robertagarcia@usp.br.

Estaner Claro Romão

Professor Associado da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. E-mail: estaner23@usp.br.

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar como a combinação de ferramentas tecnológicas e metodologias ativas de ensino podem contribuir para um melhor aprendizado dos alunos quanto ao ensino de Funções de Matemática. Para abordar o tema “Funções” foram utilizados o simulador PhET e o software educacional WINPLOT como suporte para uma aprendizagem significativa abordada por meio da metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas. O software WINPLOT foi utilizado para construção e conferências de gráficos, enquanto o simulador PhET foi utilizado para relacionar o conteúdo com situações do cotidiano.

Palavras-Chaves: Ensino de Funções, Aprendizagem Baseada em Problemas, WINPLOT, simulador PhET.

FUNCTION TEACHING AND TECHNOLOGICAL EDUCATION: THE PHET SIMULATOR AND WINPLOT SOFTWARE AS FACILITATORS OF LEARNING

Abstract: The objective of this article is to present how the combination of technological tools and active teaching methodologies can contribute to a better learning of students regarding the teaching of Mathematical Functions. To address the “Functions” theme, the PhET simulator and the educational software WINPLOT were used to support meaningful learning approached

through the Problem Based Learning teaching methodology. The WINPLOT software was used for construction and graphic conferences, while the PhET simulator was used to relate the content to everyday situations.

Keywords: Teaching of Functions, Problem-Based Learning, WINPLOT, PhET simulator.

INTRODUÇÃO

Atualmente é fato que a maioria das escolas brasileiras se encontram desatualizadas no sentido da aplicação de novas tecnologias em todas as disciplinas da grade curricular. Os avanços tecnológicos estão presentes no cotidiano dos nossos educandos quando usam um celular, um tablet, um iPhone, etc, mas na maioria das vezes a utilização destas ferramentas ocorre fora do ambiente escolar. Na escola encontra-se um ensino pautado na utilização de apostilas, livros didáticos, quadro-negro, giz e material escolar.

No Brasil, o Parâmetro Curricular Nacional (PCN) e suas orientações complementares definem como competência “reconhecer o papel da informática na organização da vida sociocultural e na compreensão da realidade, relacionando o manuseio do computador a casos reais” (BRASIL, p. 225, 2002). Tal competência reflete o que se espera de um ensino contextualizado e pautado na educação tecnológica articulado com um aprendizado científico na busca de compreender e do fazer ciência, como é destacado na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9394/96, mostrando assim a contribuição da utilização dos recursos tecnológicos no aprendizado científico.

Buscando atender tais necessidades, a utilização dos recursos tecnológicos pode oferecer contribuições positivas para várias áreas do conhecimento e, com isso, a utilização das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) podem contribuir como ferramentas metodológicas com a função de motivar os educandos para a construção do seu conhecimento. Para isso, o professor tem um papel importante, pois ele é o responsável em apresentar os recursos aos alunos criando atividades e propostas inteligentes que realmente ajudem na construção do conhecimento do educando.

Com o intuito de criar alternativas inteligentes que auxiliem o método tradicional de ensino a aproximar aluno e professor, este trabalho faz uso de ferramentas como os simuladores PhET e o software educacional WINPLOT como facilitadores do processo ensino-aprendizagem realizado através da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas.

O PhET é um simulador criado por uma equipe multiprofissional da Universidade do Colorado, na cidade de Boulder, no estado do Colorado nos Estados Unidos. Este recurso tecnológico oferece simulações de fenômenos físicos divertidos, interativos e feitos com a intenção de fazer a ligação dos conteúdos aprendidos em sala de aula com situações da vida real (UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2020).

O WINPLOT é um programa gráfico de propósito geral, gratuito, que foi desenvolvido pelo professor *Richard Parris* ("Rick"), da *Philips Exeter Academy*. Este *software* educacional foi escolhido por ser de fácil utilização e instalação, além de ser muito intuitivo.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é um método de aprendizado centrado no aluno, que tem o problema como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento. A ABP, segundo Wilkerson e Gijsselaers (1996), surgiu no Canadá no final dos anos 60, na Universidade de *McMaster University* aplicado a medicina. Hoje esse método é aplicado em várias ciências, arquitetura, economia, computação, contabilidade entre outras.

Para Pereira et al. (2007), a ABP é um método de ensino ativo cujo objetivo é envolver os alunos na aquisição de conhecimentos e habilidades por meio de uma atividade real e que seja bem planejada.

Segundo Fazenda (1979) a interdisciplinaridade é uma forma de compreender e modificar o mundo. Diante disso, a ABP permite ao educador repensar em sua prática pedagógica, facilita a formulação de hipóteses, desenvolve a competência leitora e escritora de análise de funções e gráficos baseada no conhecimento prévio do educando, aplicado a resolução de problema.

Dentre todas as disciplinas cursadas pelos alunos durante sua formação escolar, a Matemática é a mais temida e de grande relevância para a formação do cidadão. Os professores de matemática convivem com duas situações complicadoras para a aprendizagem, uma delas é a aversão que existe dos educandos pela disciplina e a outra é a constante pergunta feita pelos alunos: Para que eu vou usar isso na minha vida? O educando tem uma grande dificuldade de assimilar a teoria e colocar em prática o que foi apreendido. O conteúdo dado é visto como algo

isolado e sem conexão com os demais conteúdos, com as outras disciplinas e com a realidade vivida pelos educandos e pela comunidade escolar. Nesse ínterim, a interdisciplinaridade passa a reconhecer as ligações entre diferentes disciplinas, e a intenção de colocar recursos tecnológicos como simuladores e softwares educacionais no ensino da matemática tem como objetivo facilitar esta ligação da teoria com a prática. Diante disto, o ensino de Matemática voltado somente à memorização de fórmulas e dados totalmente desconectados não pode mais insistir em existir. O próprio PCN propõe a contextualização, destacando:

“Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre o sujeito e objeto [...] O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo” (BRASIL, 2000, p. 78).

Além da contextualização dos conteúdos e da interdisciplinaridade, inúmeras são as possibilidades existentes para se ter um ensino de qualidade. Dentre elas, a utilização de recursos tecnológicos pode ser uma aliada. No entanto, não podemos utilizar os recursos tecnológicos somente por si só, a utilização destes recursos deve estar ligada diretamente aos objetivos da aula proporcionando condições reais na melhora da qualidade do ensino e da aprendizagem. Nesse sentido, Kenski (2007, p. 46) observa que:

Não há dúvidas de que as novas tecnologias de comunicação e informação trouxeram mudanças consideráveis e positivas para a educação. Vídeos, programas educativos na televisão e no computador, *sites* educacionais, *softwares* diferenciados transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço de ensino-aprendizagem, onde, anteriormente, predominavam a lousa, o giz, o livro e a voz do professor. Para que as TICs possam trazer alterações no processo educativo, no entanto, elas precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Isso significa que é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença. Não basta usar a televisão ou o computador, é preciso saber usar de forma pedagogicamente correta a tecnologia escolhida.

Segundo Perrenoud (2000, p. 126) uma das competências básicas para ensinar é a utilização de novas tecnologias na educação:

O professor necessita utilizar editores de textos, explorar as potencialidades didáticas dos programas em relação aos objetivos do ensino, comunicar-se à distância por meio da telemática, utilizar as ferramentas multimídias no ensino, sem desconsiderar a questão de saber que a formação em informática deve dar aos alunos.

Os softwares, aplicativos e simuladores educacionais são projetados com a intenção de facilitar o aprendizado, tornando a ensinagem mais rápida e eficiente. Os recursos tecnológicos fornecem para a sala de aula um espaço mais atraente e mais dinâmico, proporcionando aos educandos uma reflexão entre o conteúdo trabalhado com o dia-a-dia. Sobre essa relação, Oliveira et al. (2009, p. 834) afirma que:

Como um dos caminhos para se aprender matemática, a tecnologia da comunicação, possibilita o desenvolvimento de um aluno transformador e modificador do meio em que vive, pois este recurso motiva o aprendizado, aplicar e exercitar o que se aprendeu investigar e fazer descobertas.

Ponte (1997) afirma que as atividades matemáticas serão desenvolvidas com uma maior eficiência quando são elaboradas com contextualização, utilizando problemas relacionados com a sua aplicação, com a sua construção e com o seu desenvolvimento, não deixando de lado os conhecimentos prévios dos educandos.

Neste contexto, este trabalho apresenta uma análise dos resultados obtidos por alunos de uma escola da rede privada do interior de São Paulo, quando metodologias ativas de aprendizagem associadas a suportes computacionais acessíveis são aplicadas as aulas de Matemática, particularmente quando o assunto abordado nas aulas são as “Funções”.

2. Ferramentas Tecnológicas e ABP como Metodologia de Ensino

Este estudo utilizou uma metodologia qualitativa através de estratégias de ensino, competências e habilidades que contribuíram para a aprendizagem da Matemática dos educandos que cursavam o 3º ano do Ensino Médio.

Os recursos didáticos necessários para a estruturação da aula são: sala de aula, computador, lápis, papel, caneta, régua, laboratório de informática, *software* WINPLOT, materiais reciclados para construção de um carrinho e o simulador PhET.

A sequência didática que permeou as aulas foi separada em 6 etapas ilustradas na Tabela 1.

Tabela 1. Etapas e ações praticadas em aula.

Etapa	Duração da Aula	Ação
1	1 aula de 50 min	✓ Questionário sociocultural e específico
2	2 aulas de 50 min	✓ Aula sobre o tema “Funções” ✓ Construção de gráficos em papel
3	4 aulas de 50 min	✓ Exercícios aplicados em outras disciplinas ✓ Construção de gráficos em papel
4	2 aulas de 50 min	✓ Construção de gráficos com WINPLOT
5	6 aulas de 50 min	✓ Atividade prática ABP ✓ Elaboração de modelo matemático que descreva a atividade prática ✓ Construção do gráfico no papel ✓ Validação dos resultados no WINPLOT
6	6 aulas de 50 min	✓ Atividades interdisciplinar com o simulador PhET

Fonte: Dos autores.

Na Etapa 1 os alunos responderam um questionário com questões socioculturais que abordaram a utilização de recursos tecnológicos. Além disso, questões elementares sobre “Funções” também foram abordadas com o objetivo de fazer uma sondagem do conhecimento dos alunos sobre assuntos estudados em séries anteriores. Nesta etapa uma das perguntas foi: “Considerando o conceito de funções, ele se aplica em outras disciplinas? Se sim, dê exemplos”. Após a tabulação dos resultados iniciou-se a próxima etapa.

A segunda etapa contou com uma aula sobre as funções polinomiais (1º e 2º graus), funções exponenciais e funções logarítmicas, de modo que os alunos fossem capazes de construir os seus respectivos gráficos no papel.

Na etapa 3 foi solicitado aos alunos utilizarem os conteúdos aprendidos sobre as Funções para resolver problemas das disciplinas de Física, Química e Biologia, confeccionando os gráficos no papel. Após a resolução dos problemas e as confecções dos gráficos na folha de papel, partiu-se para a quarta etapa do projeto, que visou a construção dos gráficos utilizando o *software* WINPLOT. Inicialmente foi realizada uma breve introdução às ferramentas do

software WINPLOT visando auxiliar o educando no manuseio destas ferramentas e, então, os alunos utilizaram o *software* para validar as atividades que haviam sido feitas no papel. Nesta etapa, a seguinte pergunta foi feita: “*Você achou que a utilização do software WINPLOT facilitou o entendimento do conteúdo*”.

Na quinta etapa o aluno teve que desenvolver uma situação prática, juntamente com o professor de laboratório de Física. Os alunos foram divididos em dois grupos para confeccionar dois carrinhos de material reciclado que se movimentam com auxílio de elásticos. Após a confecção dos carrinhos, cada grupo colocou os carrinhos em sentidos contrários, a uma distância de 2 metros, e determinaram o tempo e o ponto de encontro dos carrinhos. Os alunos escreveram a função horária do deslocamento de cada carrinho, utilizando os dados coletados na quinta etapa e, em seguida, calcularam com auxílio do conteúdo de Movimento Uniforme da Física e de Função do 1º grau da Matemática, o ponto e o instante do encontro de forma algébrica. Os alunos construíram os gráficos referentes ao movimento dos carrinhos no papel e, em seguida, utilizaram o WINPLOT para a conferência da construção do gráfico e do ponto e instante de encontro dos carrinhos.

A última etapa da aplicação consistiu na utilização do simulador PhET que, utilizando os conceitos das funções abordadas e seus respectivos gráficos, os alunos fizeram atividades propostas pelo simulador relacionadas com as outras disciplinas. Nesta etapa apresentou-se uma situação-problema com a finalidade de colocar em prática todo o conteúdo trabalhado anteriormente. A atividade escolhida envolveu as funções do 2º grau, relacionadas ao “Movimento Uniformemente Variado e Lançamento Oblíquo” da disciplina de Física.

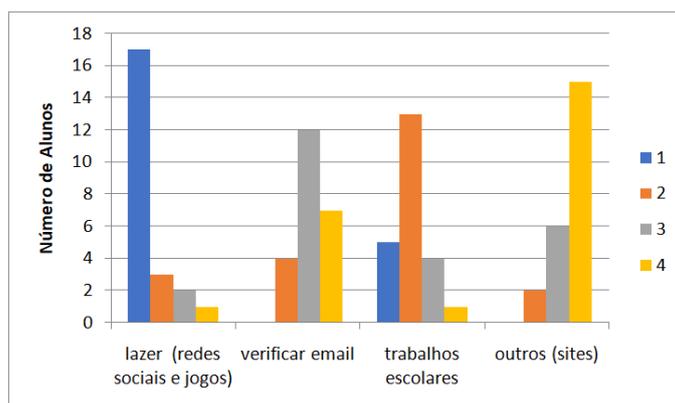
APLICAÇÃO E RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em uma turma de 23 alunos do 3º ano do Ensino Médio, com idades entre 16 e 18 anos, de uma escola privada do interior do estado de São Paulo.

Inicialmente foi realizada uma análise sobre aspectos socioculturais dos alunos, etapa 1, e as principais respostas estão apresentadas nas Figuras 1 à 5. Uma das questões abordou como os educandos priorizam a utilização do computador em suas residências, enumerando de 1 a 4 a prioridade, sendo que a maior importância para 1 e a menor para o 4. Os resultados

apresentados na Figura 1 mostraram que a utilização do computador para trabalhos escolares está como segunda prioridade para os alunos.

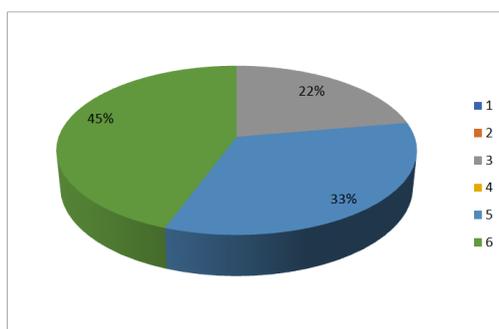
Figura 1. Prioridade dos educandos quanto à utilização do computador.



Fonte: Dos autores.

A Figura 2 mostra o grau de conhecimento dos alunos quanto à utilização do computador para construção de gráficos com recursos tecnológicos. Dos 23 educandos do grupo, somente 9, ou seja, 39% atribuíram algum grau de conhecimento neste quesito e destes alunos 45% atribuiu o menor grau de conhecimento, reforçando a proposta de utilizar o recurso tecnológico como uma ferramenta para o ensino.

Figura 2. Utilização dos computadores para fazer gráficos com recursos tecnológicos (1 para o maior grau e 6 para o menor grau).

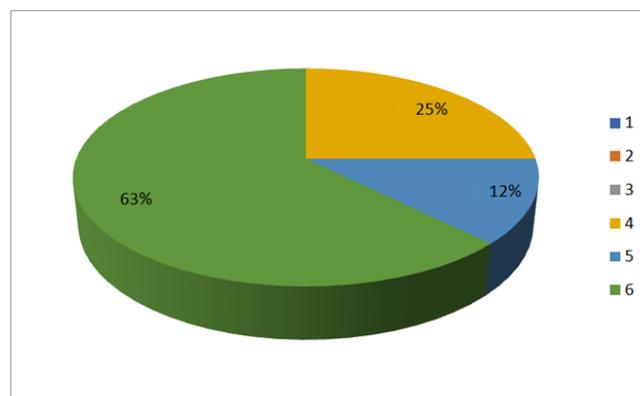


Fonte: Dos autores.

O grau de conhecimento dos educandos quanto à utilização de aplicativos educacionais no computador pode ser observado na Figura 3. Dos 23 educandos do grupo, apenas 8 dos educandos atribuíram algum grau neste quesito. Destaca-se que dos 8 educandos que admitiram

alguma habilidade com a utilização de aplicativos educacionais no computador, 75% ainda destacaram que estão entre as menores habilidades quanto ao uso destes aplicativos. Este resultado ressalta a necessidade da utilização destes aplicativos com uma frequência maior no ambiente escolar para que o aluno aprenda e se sinta motivado a aprender.

Figura 3. Utilização dos aplicativos educacionais (1 para o maior grau e 6 para o menor grau).

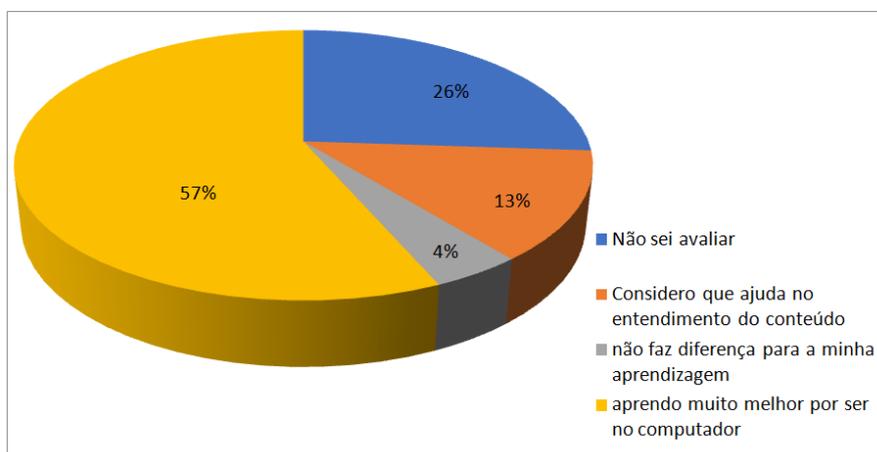


Fonte: Dos autores.

Quanto a preferência dos educandos quanto à aprendizagem de Matemática através de aplicativos educacionais, nota-se na Figura 4 que 57% dos educandos acreditam que aprendem muito melhor o conteúdo matemático quando a utilização do computador é inserida no processo de aprendizagem do conteúdo matemático.

Analisando os gráficos das Figuras 3 e 4, pode-se perceber que os educandos consideram que preferem a utilização dos softwares educacionais no ensino e, acreditam que aprendem muito melhor por ser no computador, com isto cabe aos educadores inserir estas ferramentas com o objetivo de melhorar o ensino de matemática e de facilitar a ligação da matemática com as outras disciplinas.

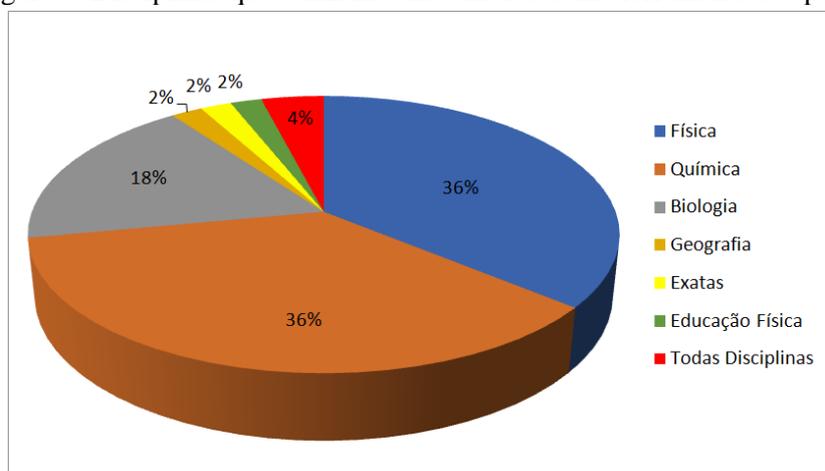
Figura 4. Opinião dos educandos sobre a utilização dos computadores no ensino da Matemática.



Fonte: Dos autores.

Foi perguntado aos alunos se eles percebem alguma relação entre a Matemática e outras disciplinas. Dos resultados mostrados na Figura 5 percebe-se que 36% dos educandos percebem a matemática como ferramenta de apoio da Física e da Química e 18% dos educandos perceberam essa relação com a Biologia.

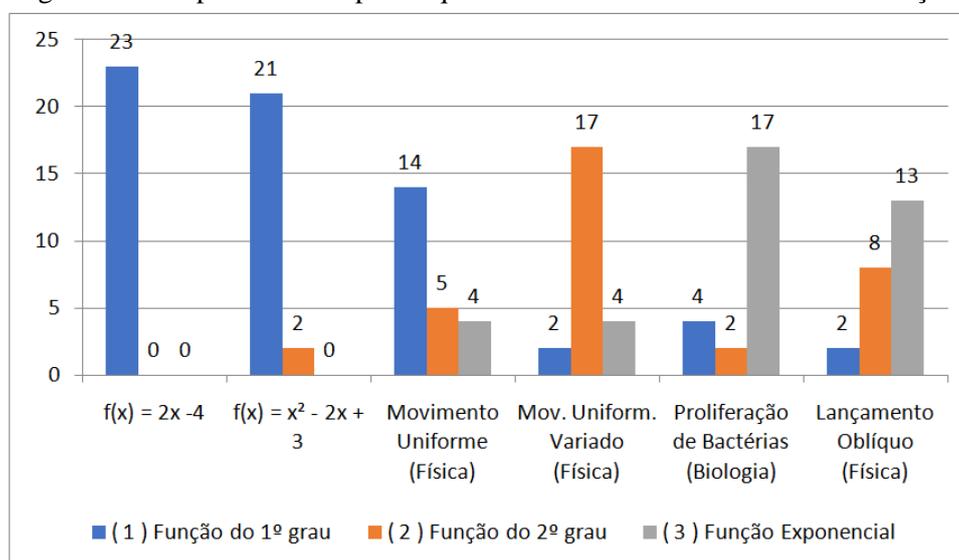
Figura 5. Disciplinas que utilizam a matemática como ferramenta de apoio.



Fonte: Dos autores.

Ainda na Etapa 1, os alunos foram perguntados sobre os conceitos de funções do 1º grau, do 2º grau, exponenciais e logarítmicas vistos em aulas de anos anteriores. Nesta etapa os alunos deveriam associar as funções matemáticas às respectivas definições ou a aplicações. Os resultados são mostrados na Figura 6.

Figura 6. Exemplos das disciplinas que se relacionam com o conceito de função.



Fonte: Dos autores.

Analisando os dados mostrados na Figura 6, percebe-se que a maioria dos educandos não conseguem associar adequadamente funções polinomiais a sua definição (função do 2º grau classificada como sendo do 1º grau, por exemplo), além de não aplicar corretamente os conceitos de funções para resolver problemas ligados às outras Ciências, como problemas da Física, Química e/ou Biologia.

Diante destes resultados, a aplicação desenvolvida teve como proposta principal utilizar os conceitos de Funções Matemáticas para resolver problemas envolvendo outras disciplinas além de inserir ao ensino ferramentas tecnológicas que tragam dinamismo ao aprendizado.

Na Etapa 2 os alunos tiveram uma aula sobre Funções e tiveram que construir gráficos de Funções Polinomiais (1º e 2º grau), da Função Exponencial e da Função Logarítmica utilizando papel, régua, lápis e borracha. Um exemplo do tipo de questão abordada pode ser observado na Figura 7.

Figura 7. Ilustração de questões sobre Funções do 2º grau e exponencial.

02 - Complete a tabela e esboce o gráfico da função $f(x) = x^2 - 6x + 5$.

x	$f(x)$
$x^p =$	0
$x^{**} =$	0
$x_v =$	$y_v =$
0	$c =$
$2 \cdot x_v =$	$c =$

03 - Complete a tabela e esboce o gráfico da função $f(x) = 2^x$.

x	$f(x)$
2	
1	
0	
-1	
-2	

Fonte: Dos autores.

Observou-se que mais que 70% dos alunos acertaram a montagem das tabelas mostradas na Figura 7, e também construíram corretamente os gráficos das Funções de 1º e 2º grau, Exponencial e Logarítmica. Em torno de 20% dos alunos preencheram corretamente as tabelas, mas não obtiveram êxito com a construção do gráfico. Isso corrobora a necessidade de utilizar outras ferramentas que auxiliem o aluno na compreensão do comportamento de gráficos que representam funções.

A Etapa 3 consistiu de uma atividade relacionada com a construção de gráficos em papel milimetrado da Função Polinomial (do 1º e do 2º grau), da Função Exponencial e da Função Logarítmica utilizando exemplos de outras disciplinas. Um exemplo do tipo de questão abordada pode ser observado na Figura 8.

Os resultados obtidos nesta etapa mostraram que em torno de 70% dos alunos acertaram cálculos, tabelas e gráficos das funções aplicadas a problemas de Física (funções de 1º e 2º grau), Biologia (funções logarítmicas) e Química (funções exponenciais). Porém, em torno de 20% dos alunos erraram o gráfico associado as aplicações.

Figura 8. Ilustração de questões sobre Funções do 2º grau relacionada ao MUV de Física.

02) A equação horária $S = 4t - t^2$, em unidades do sistema internacional, traduz, em um dado referencial, o movimento de uma partícula. Determine:

a) complete a tabela dada.

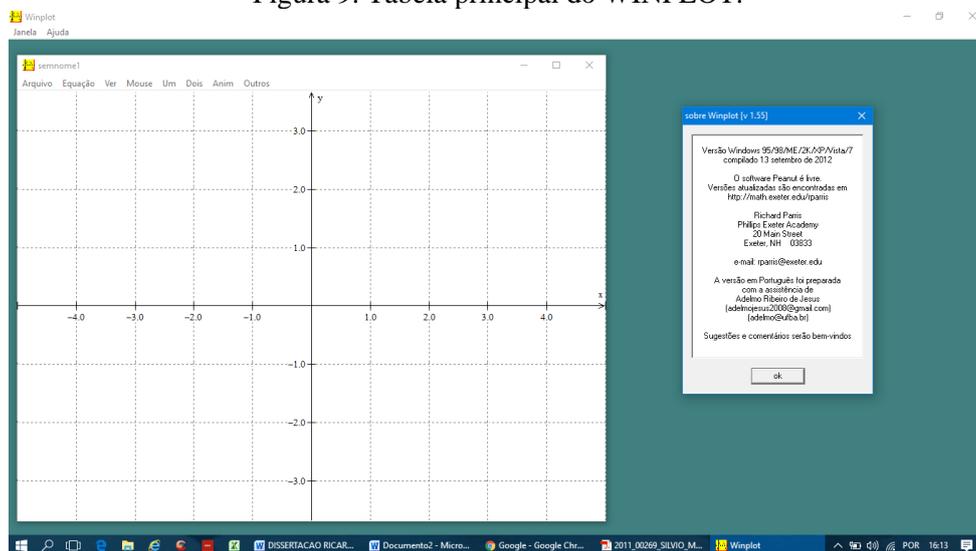
t	S(t)
	0
	0
0	

b) construa o gráfico.
c) a altura máxima da partícula.
d) com quantos segundos a partícula tocou no solo novamente?

Fonte: Dos autores.

Na Etapa 4 foi introduzido o software WINPLOT para a construção de gráficos de duas dimensões (2D), em que o usuário tem a opção de inserir o plano cartesiano e a malha quadriculada na mesma área de trabalho (Figura 9). Um exemplo do tipo de questão aplicada à Física para a construção de gráfico no WINPLOT pode ser observado na Figura 10.

Figura 9. Tabela principal do WINPLOT.



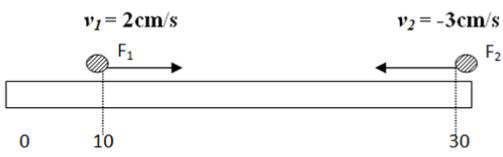
Fonte: Dos autores.

Devido ao número de computadores disponíveis no laboratório de informática do colégio, os alunos foram distribuídos em dez duplas e um trio com o objetivo de oferecer as mesmas condições para todos os educandos que participaram da aplicação.

Especificamente na terceira questão, mostrada na Figura 10, nas letras a e b, os alunos utilizaram o conceito de Movimento Uniforme da Física, para que, olhando a imagem do exercício determinassem a função horária dos carrinhos F_1 e F_2 . A Figura 11 mostra o gráfico com os resultados obtidos para as letras a e b.

Figura 10. Ilustração de questões sobre Funções para ser utilizado o WINPLOT.

3) Dois carrinhos F_1 e F_2 movem-se sobre uma pista graduada em centímetros, em movimento uniforme. F_1 inicia seu movimento ($t = 0$) na posição 10 cm e dirige-se para o fim da pista com velocidade escalar 2 cm/s. F_2 inicia seu movimento no mesmo instante que F_1 , na marca de 30 cm, e dirige-se para o começo da pista com velocidade de 3 cm/s.

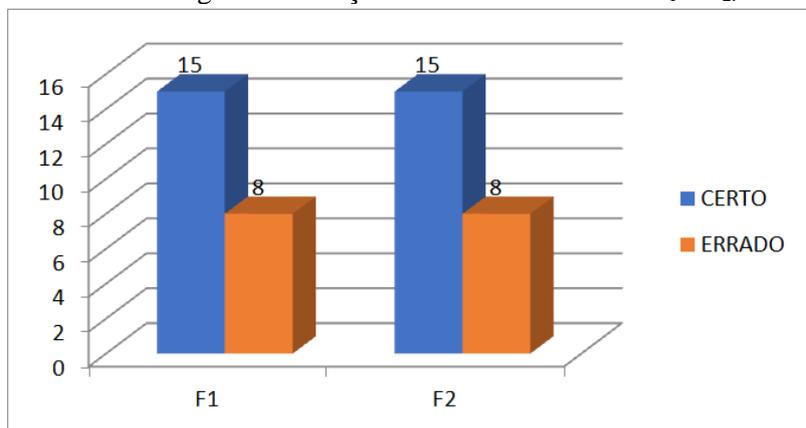


Determine:

- A equação dos espaços de F_1 .
- A equação dos espaços de F_2 .
- O espaço e o instante de encontro dos dois carrinhos.
- Fazer o gráfico $s \times t$ para o movimento dos dois carrinhos com auxílio do software WINPLOT.

Fonte: Dos autores.

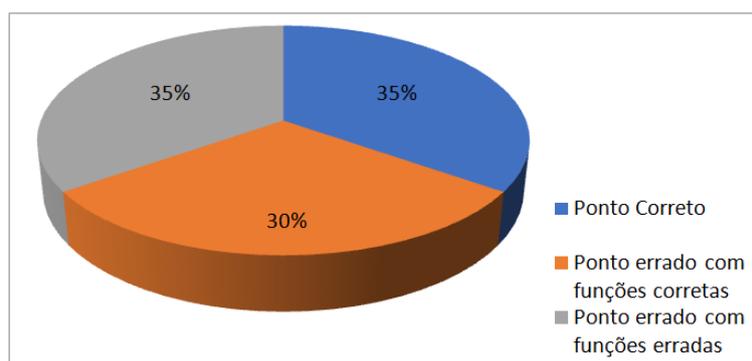
Figura 11. Função horária dos carrinhos F_1 e F_2 .



Fonte: Dos autores.

Analisando os dados obtidos podemos observar que os mesmos 66% dos alunos encontraram as duas funções horárias dos carrinhos corretamente e que os mesmos 34% não determinaram corretamente as duas funções horárias. Na questão 3c, em que os alunos tiveram que encontrar o ponto de interseção dos dois carrinhos, somente os alunos que acertaram as funções horárias tiveram condição de encontrar corretamente o ponto de encontro dos carrinhos. Na Figura 12 podemos observar que, dos 15 alunos que acertaram as funções horárias dos carrinhos, 8 acertaram o ponto de encontro, isto nos dá uma porcentagem de 35% de acertos em relação ao nosso grupo de 23 educandos que participam da atividade, os outros 65% não conseguiram determinar o ponto de encontro corretamente.

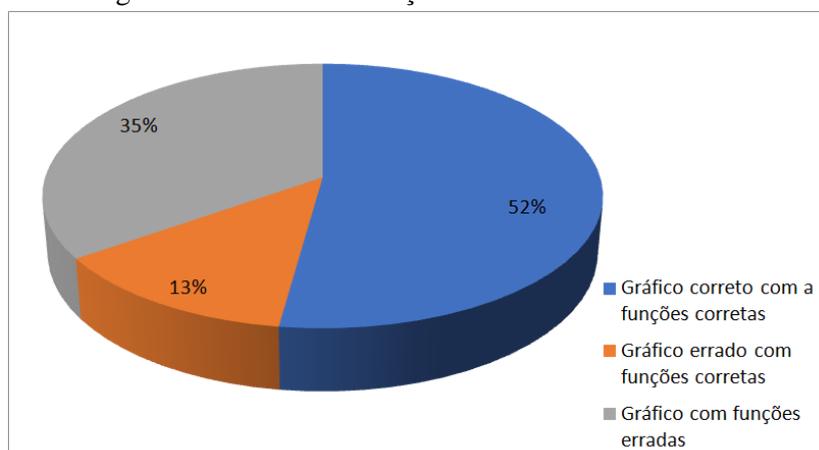
Figura 12. Cálculo do ponto de encontro dos carrinhos F_1 e F_2 .



Fonte: Dos autores.

Na questão 3d, os alunos construíram o gráfico das funções dos carrinhos, destacando o ponto de interseção, com auxílio do *software* WINPLOT. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 13. Percebe-se na análise dos dados que 52% dos educandos construíram corretamente o gráfico com auxílio do *software* WINPLOT, sendo que somente 13% erraram mesmo tendo a função horária correta. Nesta questão podemos perceber que foi obtida uma melhora de 17% dos educandos que acertaram a função horária e encontraram o ponto de encontro correto com o auxílio do *software* WINPLOT.

Figura 13. Gráfico das funções horárias no WINPLOT.



Fonte: Dos autores.

A 5ª Etapa é a aplicação da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, de cunho interdisciplinar, realizada em grupo. Os passos desta atividade são descritos a seguir:

- i. Divisão da turma em dois grupos para a construção dos carrinhos;
- ii. Montagem do carrinho de materiais como CD, madeira e elástico. Os grupos escolheram o material e montaram o carrinho no laboratório de Física;
- iii. Cada grupo utilizou um espaço de 2 m para determinar o espaço e o tempo de encontro dos dois carrinhos;
- iv. Cada grupo montou a função horária de ambos carrinhos, pensando em um percurso de 2 m, para cálculo do espaço e do tempo de encontro dos carrinhos;
- v. Construção dos gráficos com o encontro dos carrinhos no WINPLOT.

Os carrinhos construídos pelos grupos no passo (ii) estão ilustrados na Figura 14.

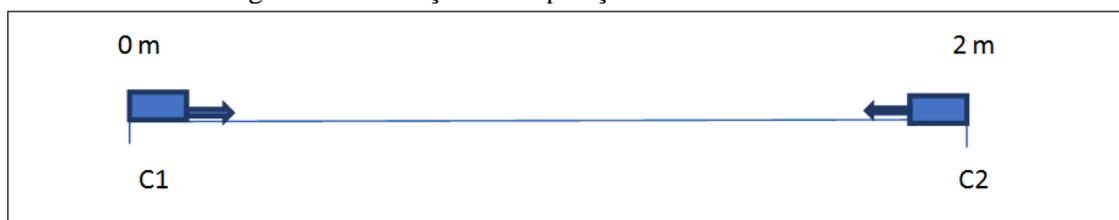
No passo (iii), os grupos colocaram os dois carrinhos a uma distância de 2 m, em sentidos opostos (ver Figura 15) e, cada um dos grupos calcularam o espaço e o tempo de encontro, com auxílio de um cronômetro para determinar o tempo e de uma trena para medir o espaço de encontro. Os valores para o ponto e tempo de encontro, para o grupo A, foram respectivamente 1,0 m e 1,09 s.

Figura 14. Foto dos carrinhos construídos pelos grupos.



Fonte: Dos autores.

Figura 15. Ilustração da disposição dos carrinhos C1 e C2.



Fonte: Dos autores.

No passo (iv) os grupos preencheram uma tabela com informações obtidas pelos modelos matemáticos dos valores de tempo e ponto de encontros dos carrinhos. A Tabela 2 ilustra a tabela preenchida por um dos grupos.

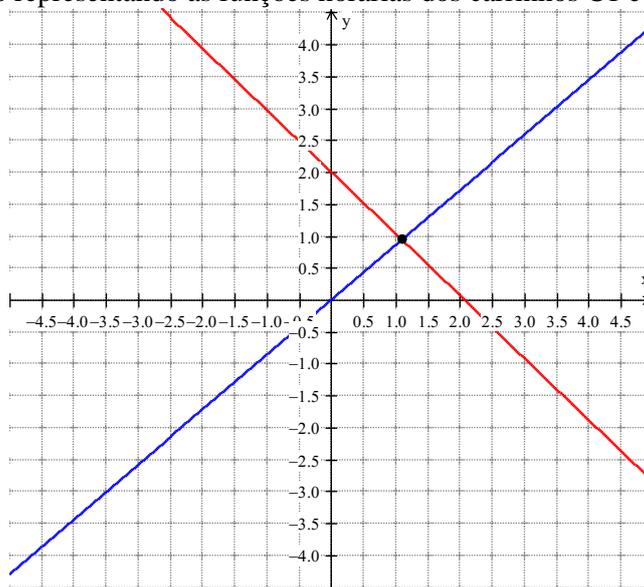
Tabela 2. Dados obtidos pelo Grupo A.

	$S_0(\text{m})$	$V(\text{m/s})$	Função Horária	Espaço do Encontro	Tempo Encontro
Carro C1	0	0,86	$S_{C1} = 0,86t$	$S = 0,94\text{m}$	$t = 1,09 \text{ s}$
Carro C2	2	0,97	$S_{C2} = 2 - 0,97t$		

Fonte: Dos autores.

Com as equações horárias, o grupo A utilizou o WINPLOT e chegou no gráfico representado pela Figura 16, em que a cor azul representa o carrinho C1 e a cor vermelha representa o carrinho C2.

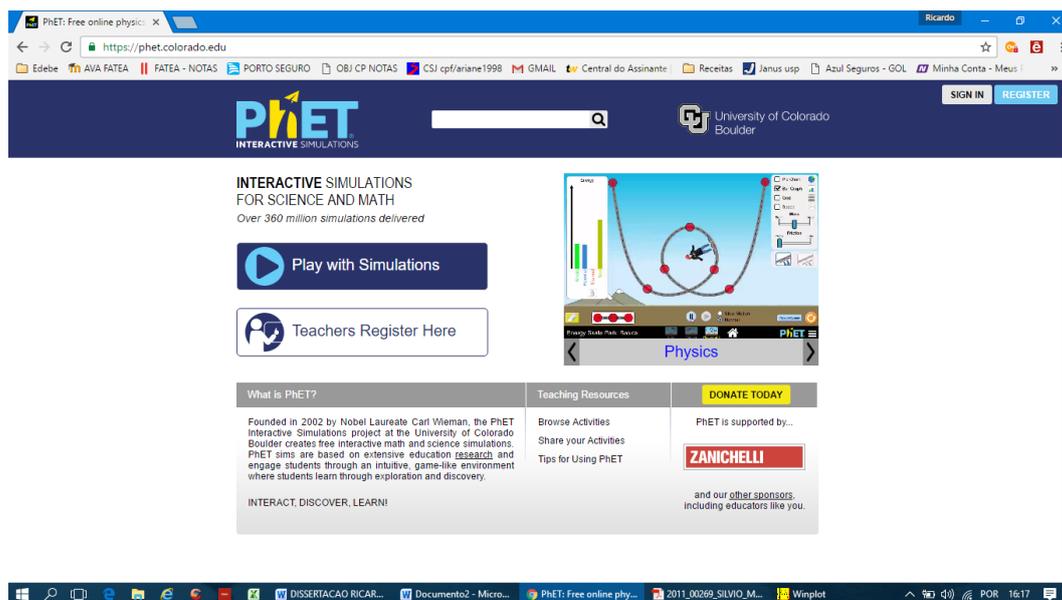
Figura 16. Gráfico representando as funções horárias dos carrinhos C1 e C2 para o grupo A.



Fonte: Dos autores.

Na última etapa da aplicação, Etapa 6, foi utilizado o simulador PhET (site <https://phet.colorado.edu>), conforme ilustrado na Figura 17, para simular conceitos de Matemática e Física, relacionados com funções e tipos de movimentos.

Figura 17. Página do Simulador PhET na internet.

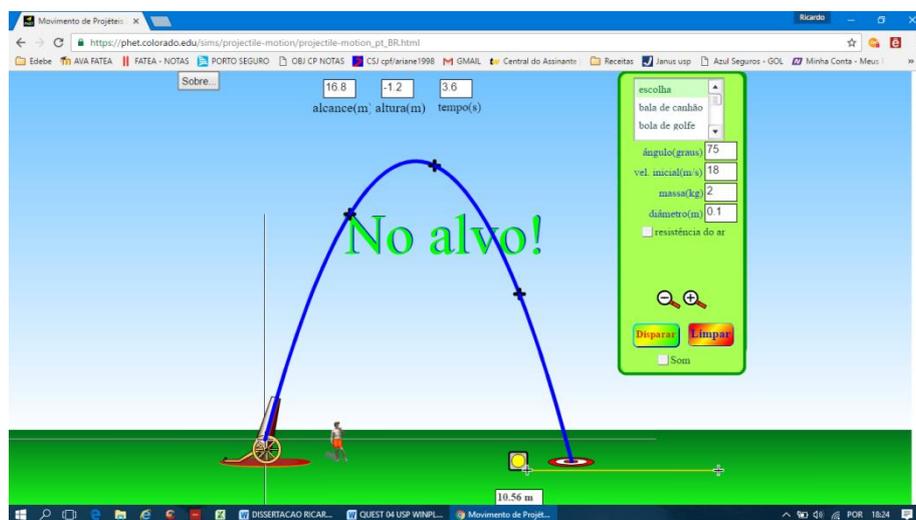


Fonte: (INTERACTIVE..., c2016).

A atividade proposta do simulador PhET é chamada de “Gráficos das Equações”, que constrói gráficos de funções do 1º e do 2º grau alterando os coeficientes da equação (https://phet.colorado.edu/sims/equation-grapher/equation-grapher_pt_BR.html). A atividade escolhida para ser desenvolvida com os alunos envolveu função do 2º grau relacionada ao Movimento Uniformemente Variado e Lançamento Oblíquo. A Figura 18 mostra um exemplo desta aplicação.

Nesta etapa, o simulador PhET foi utilizado como uma atividade complementar para que os educandos percebessem de maneira prática, mesmo que simulada, a aplicação da matemática como Ciência e como ferramenta de apoio para o ensino da Física. Os alunos foram questionados se o simulador facilitou o entendimento dos conceitos aplicados, sendo que 100% afirmaram que o simulador facilitou o entendimento dos conceitos envolvidos.

Figura 18. Lançamento Oblíquo no simulador PhET.



Fonte:(INTERACTIVE..., c.2004-2011b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de novas estratégias de ensino com o intuito de potencializar a aprendizagem se faz essencial para o alcance de uma educação significativa e eficiente diante das atuais exigências educacionais e das tendências que se evidenciam no panorama sócio-educativo-cultural em que estamos inseridos. Neste sentido, a utilização de ferramentas tecnológicas no

ensino pode auxiliar o aprendizado tornando-o significativo e dinâmico, de modo a capacitar o aluno a relacionar conceitos e aplicações de diferentes disciplinas.

Em geral, os alunos possuem dificuldade com o aprendizado da Matemática e não conseguem relacioná-la com problemas reais que envolvam conteúdos estudados em Biologia, Física, etc.. Para minimizar tal problema, este trabalho abordou uma sequência didática que envolveu desde aplicações práticas até validação de resultados por meio de *softwares* educacionais.

Os resultados apresentaram uma melhora significativa das atividades quando utilizaram o *software* WINPLOT, mesmo nos exercícios de Física, levando-se a crer que a abordagem adotada facilitou o entendimento dos conceitos relacionados a Funções estudadas na Matemática e suas aplicações. A utilização do simulador PhET fez com que os alunos percebessem a aplicação do conceito estudado na prática simulada e compreendessem as variações que podem acontecer nas atividades simuladas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial, Brasília, 23 dez. 1996.

_____. Secretaria da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: MEC, 2000.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília: 2002. p.225.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?.** São Paulo: Edições Loyola, 1979.

INTERACTIVE simulations for Science and math, c2016. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/>>. Acesso em 15 de Dezembro de 2016.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas, SP: Papirus, 2007.

OLIVEIRA, J. A. de. et al. **AInformática no processo de Ensino e aprendizagem de Matemática**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de ciências e tecnologias-PPGECT. Paraná: UTFPR, 2009.

PEREIRA, C. et al. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP):** uma proposta inovadora para cursos de engenharia. In SIMPEP/2007. Disponível em: <http://nogueira.eti.br/profmarcio/obras/publicado_1474.pdf> Acesso em: 15 nov. 2016.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PONTE, J. P. da. et al. **Didática da Matemática**. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação. 1997.

SOUZA, S. A. **Usando o Winplot**. Disponível em: <<http://www.mat.ufpb.br/sergio/winplot/winplot.html>>. Acesso em: nov. 2016.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. **Phet Interactive Simulations**. Disponível no site: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em abril de 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). **WINPLOT**. Disponível no site: <<http://www.mat.ufmg.br/~espec/tutoriais/winplot/>>. Acesso em outubro de 2016.

WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. **Bringing Problem based Learning to higher education**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996. p.23-32