

FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA APOIADA NAS TECNOLOGIAS DIGITAIS E NA ROBÓTICA

2ND POLYNOMIAL FUNCTION: A DIDACTIC SEQUENCE SUPPORTED IN DIGITAL TECHNOLOGIES

Emília Casagrande

Universidade de Passo Fundo, Área de Matemática, millicasagrande33@yahoo.com

 <http://orcid.org/0000-0002-7966-1578>

Marco Antônio Sandini Trentin

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, trentin@upf.br

 <http://orcid.org/0000-0002-8025-8700>

Resumo

Esse artigo relata a aplicação de uma sequência didática sobre o conteúdo função polinomial do 2º grau utilizando-se de diferentes recursos tecnológicos, averiguando sua pertinência em termos de favorecer a participação dos estudantes em uma aprendizagem mais efetiva na disciplina de matemática. Tal sequência didática foi estruturada em cinco encontros, nos quais o estudo da função polinomial do 2º grau foi abordado utilizando-se de aparatos tecnológicos, softwares e simuladores. Ao final, foi possível inferir que o uso de diferentes recursos tecnológicos em aulas de Matemática pode contribuir para o aprendizado dessa disciplina, permitindo aos alunos manipular, interagir, visualizar, verificar, refletir e construir situações que os auxiliem no processo de construção do conhecimento, tornando assim, as aulas mais dinâmicas, participativas e significativas.

Palavras-chave: Função polinomial do 2º grau; Robótica educacional; Sequência didática; Tecnologias digitais.

Abstract

This article reports the application of a didactic sequence on the content polynomial function of the second grade using different technological resources, ascertaining its pertinence in terms of favoring students' participation in a more effective learning in the mathematics discipline. This didactic sequence was structured in five meetings, in which the study of the polynomial function of the second degree was approached using technological apparatuses, softwares, simulators, among other didactic tools. The didactic proposal was applied in a first year high school class of a public school in the city of Passo Fundo, RS. The instrument used for the data collection in the research was the logbook filled out by the professor-researcher at the end of each meeting. At the end, it is possible to infer that the use of different technological resources in a Mathematics class can contribute to the learning of this subject, allowing students to manipulate, interact,

visualize, verify, reflect and construct situations that help them in the knowledge, thus making classes more dynamic, participatory and meaningful.

Keywords: Polynomial function of the 2nd degree. Educational robotics. Following teaching. Digital technologies.

Introdução

A matemática apresenta um corpo de conhecimentos que possui aplicação na maioria das áreas do conhecimento, possui uma linguagem universal e tem um importante papel na história da humanidade, por impulsionar o desenvolvimento social, econômico e tecnológico. Todos utilizam a matemática em várias tarefas do dia a dia para contar, medir, calcular o troco, fazer uma compra ou planejar o orçamento doméstico, dentre outras tantas possibilidades. Porém, na escola ela é apresentada de outra maneira, mais complexa e descontextualizada, sendo que algumas vezes assusta o estudante, criando aversão pelo aprendizado dessa disciplina.

Segundo Gallo (2002), este modelo de educação tradicional tem como característica tratar o aluno como “recipiente” ou tábua rasa, em que apenas os conteúdos são transferidos para os alunos, sem nenhuma aplicação de ordem prática dos conceitos. Nesse contexto, não é trabalhado a construção da autonomia dos estudantes, para que possam adquirir as competências necessárias para enfrentar os desafios do século XXI que, inclusive, são previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), em especial a de tornar o aluno autônomo, sujeito no processo de construção do conhecimento. O ato de formar é muito mais que treinar os educandos, é estimular sua capacidade crítica, sua curiosidade, tornando-os seres criativos, instigadores, inquietos e sujeitos do processo.

A fragmentação do conhecimento científico a ser ensinado manifesta-se na separação das disciplinas na escola, e tem trazido danos para a educação na medida que desconstitui vínculos entre conhecimento e a realidade. De acordo com Japiassu (1999), a estruturação da educação básica brasileira separada em séries e componentes curriculares, divide e distancia os saberes científicos e “a crise, em nosso sistema de ensino, pode ser percebida na frustração dos alunos, na fraqueza dos estudantes, na ansiedade dos pais, na impotência dos mestres. A escola desperta pouco interesse pela ciência” (p. 52). Segundo Luck (1994, p. 30) há no contexto escolar uma “despreocupação por estabelecer relação entre ideias e realidade, educador e educando, teoria e ação, promovendo assim a despersonalização do processo pedagógico”. Essa é uma falha do sistema de ensino, pois sem a consideração das relações entre os conteúdos, deixa de existir um fator fundamental da aprendizagem significativa, a contextualização.

Como recurso para a associação de conceitos matemáticos a problemas contextualizados, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) tem sido uma aliada interessante, pois estão cada vez mais presentes na contemporaneidade e podem ser utilizadas no contexto escolar como instrumentos colaboradores da

aprendizagem, uma vez que elas podem contribuir na visualização e compreensão dos conceitos, auxiliando os estudantes a construir seu próprio conhecimento.

Neste trabalho, foi escolhido a função polinomial do 2º grau como tema norteador do trabalho, devido ao conteúdo fazer parte tanto da disciplina de Física quanto de Matemática e geralmente ser trabalhado de maneira isolada, sem estabelecer relação entre as disciplinas. Como a disciplina de Física é responsável pela aplicação e estudos de fenômenos físicos, pensou-se em uma proposta didática com enfoque interdisciplinar como forma de contextualizar o ensino da Matemática e possibilitar maior compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau.

Assim o objetivo geral deste trabalho consistiu em desenvolver uma sequência didática, utilizando diferentes recursos tecnológicos, a fim desenvolver os conceitos da função do 2º grau, averiguando a sua pertinência didática em termos de favorecer a participação dos estudantes em uma aprendizagem mais efetiva.

Para atender ao exposto, o artigo inicialmente apresenta uma reflexão sobre aprendizagem na perspectiva cognitivista, apresentando a sequência didática, relatando a sua aplicação e por fim discorre sobre os resultados obtidos, no qual foi analisada a pertinência da proposta em termos de favorecer a participação dos estudantes em uma aprendizagem mais efetiva. Ao final, são apresentadas as considerações finais.

Referencial teórico

Como suporte buscou-se apresentar considerações relevantes para o processo de construção do conhecimento em Matemática, especialmente no que se refere ao uso de diferentes recursos didáticos como apoio à aprendizagem, que serão a seguir expostos.

Jean Piaget e o construtivismo

Os conceitos piagetianos mais fundamentais fazem referência aos mecanismos de funcionamento da inteligência e a constituição/construção do sujeito a partir de sua interação com o meio. Nessa perspectiva as estruturas cognitivas do sujeito não nascem prontas, razão pelo qual o conhecimento repousa em todos os níveis onde ocorre a interação entre os sujeitos e os objetos durante o seu processo de desenvolvimento.

Para Brooks e Brooks (1997), Piaget concebeu a mente humana como um conjunto dinâmico de estruturas cognitivas, dando sentido às percepções. Essas estruturas crescem em complexidade intelectual na medida em que o sujeito amadurece e interage com o mundo, ou seja, à medida que se ganha experiência. Em sua visão, a criança toma posse de um conhecimento se “agir” sobre ele, pois, aprender é inventar, modificar, descobrir.

Steffe e Galle (apud BENAIM, 1995) apresentam visões do aprendiz sob o ponto de vista construtivista. Para eles, o aprendiz, ao invés de um absorvedor passivo de informação, é visto como um indivíduo engajado na construção de seu conhecimento

trazendo consigo seu conhecimento anterior para enfrentar novas situações. Os debates e o diálogo são considerados como oportunidades para o desenvolvimento e organização do pensamento, sendo o foco voltado para as convicções do estudante, seus processos de pensamento e suas concepções de conhecimento.

O construtivismo propõe que o aluno participe ativamente de seu próprio aprendizado, mediante a experimentação, o estímulo da dúvida, o desenvolvimento do raciocínio, entre outras situações de aprendizado. A partir de sua ação, vai estabelecendo as propriedades dos objetos e construindo características do mundo. Essa teoria condena a rigidez nos procedimentos de ensino, as avaliações padronizadas e a utilização do material didático distante da realidade do aluno, além de que as disciplinas devem ser voltadas para a reflexão e a autoavaliação (NIEMANN; BRANDOLI, 2012).

Seymour Papert e o construcionismo

Seymour Papert é um dos teóricos mais conhecidos da informática educativa e também conhecido como um dos principais pensadores sobre as formas que a tecnologia pode modificar a aprendizagem. Em sua visão, os computadores são portadores de inúmeras ideias e sementes de mudança cultural, capazes de auxiliar na formação de novas relações com o conhecimento. Desenvolveu a linguagem de programação Logo, de uso educacional, cujo objetivo é o ensino da lógica de programação. É de simples entendimento, para ser manipulada por crianças ou pessoas leigas em computação e sem domínio em Matemática. Nos anos de 1980, essa linguagem foi introduzida em várias escolas, inclusive no Brasil. O Logo, embora tenha sido feita para leigos, também permite o desenvolvimento de programações complexas, e parte basicamente da exploração de atividades espaciais, desenvolvendo conceitos numéricos e geométricos (PAPERT, 1986).

Papert (1986) foi responsável pela criação do “construcionismo”, uma reconstrução teórica sobre o construtivismo piagetiano. Piaget (1977) acreditava que o processo de formalização do pensamento tem como base a maturação biológica, seguida de processo de interação com o meio, produzindo níveis de desenvolvimento. Papert (1986) destaca que essas etapas são determinadas também pelos materiais disponíveis no ambiente de exploração da criança, e que esse processo se fortalece à medida que o conhecimento se torna fonte de poder para ela (PAPERT, 1986). O objetivo do construcionismo é alcançar meios de aprendizagem que valorizem a construção mental do sujeito, proporcionando um pensamento criativo apoiado em suas próprias construções no mundo (PAPERT, 1986).

Segundo Maisonnette (2002) o construcionismo tem relação com a participação do aluno na construção do seu conhecimento, através da interação com objetos físicos ou virtuais. Nesse entendimento, a aprendizagem é mais significativa quando é fruto do próprio esforço do aluno. Dessa forma, entende-se que o construcionismo tem relação com a construção do conhecimento através da participação e interação do estudante frente ao computador. Segundo Papert (2007), em grande parte da Matemática escolar o

aluno interage com poucas situações de investigação, exploração e descobrimento. E esse quadro pode se modificar com o uso da tecnologia no ensino da Matemática. Pode-se gerar em pouco tempo situações capazes de instigar o aluno a buscar um pensamento criativo, em que se sinta motivado a solucionar um problema pela curiosidade criada na situação em si ou até mesmo pelo desafio do problema. Para o autor, o objetivo do ensino é colocar o estudante como um ser ativo na construção de seu conhecimento, de modo com que o professor passe a ter um papel de orientador e motivador das atividades propostas, que leve o aluno a interpretar seu mundo e suas experiências.

Na proposta construcionista de Papert (2007), o aluno usando o computador visualiza suas construções mentais, relacionando o concreto com o abstrato por meio de um processo interativo contribuindo para a construção do conhecimento. Um dos princípios de sua teoria é a criação de ambientes ativos de aprendizagem que permitam ao aluno testar suas ideias, teorias ou hipóteses. Dessa forma, Papert aposta na informática educativa como a possibilidade de realizar um desejo de criar condições para mudanças significativas ao desenvolvimento intelectual dos sujeitos.

As tecnologias no ensino da Matemática

A Matemática é considerada por muitos alunos uma das mais difíceis do currículo. Acredita-se que um dos motivos seja pela maneira com que ela é ensinada nas escolas: complexa, formal e descontextualizada da realidade do aluno. De acordo com Reis e Rehfeldt (2019), muitas das dificuldades encontradas podem ser decorrentes de várias ações pedagógicas. Uma delas pode ser referente à utilização das aulas expositivas como metodologia de ensino, na qual prioriza a apresentação do saber, onde os conteúdos são transferidos para os alunos com pouca aplicação de ordem prática dos conceitos.

Este modelo de aprendizagem comprovadamente está ultrapassado, pois a sociedade precisa estar preparada para um futuro tecnológico e digital. Desse modo, deve-se reconhecer a importância das mudanças na educação, em especial, na disciplina de Matemática, pois as tecnologias trazem várias possibilidades que podem contribuir e acrescentar no desenvolvimento das habilidades dos educandos (TRENTIN, ET AL., 2018).

A utilização das TIC's na educação matemática é um novo desafio na busca de qualidade de ensino. Estudos indicam que o professor que as utiliza em suas aulas, pode obter resultados positivos que, além de contribuir para um ensino mais qualificado, contribuem para a melhoria de sua prática pedagógica (BORBA; PENTEADO, 2010).

Atualmente existem uma grande quantidade de softwares educativos de Matemática que exploram os conteúdos da disciplina e que podem ser usados nas escolas como um recurso dinamizador das aulas. Tais softwares podem ser uma importante ferramenta para que o aluno compreenda conceitos em determinadas áreas do conhecimento, pois o conjunto de situações, procedimentos e representações oferecido

por essas ferramentas tem grande potencial e atende também outras disciplinas (ALMEIDA, 2010).

Segundo Silva, Cortez e Oliveira (2013), a utilização de softwares no ensino da Matemática desperta no aluno a curiosidade e a vontade de aprender, auxiliando em uma aprendizagem rica e dinâmica. Ainda conforme o autor, promovem duas vantagens. A primeira se dá pelo seu apelo visual, pois cores, imagens, personagens e movimentos presentes se contrapõem às características de um ensino tradicional, propiciando um olhar diferenciado para o ensino. E a segunda é a capacidade de interação e a velocidade da resposta que um software pode dar a uma intervenção do aluno, pois mantém atendo estimulando a construir seu conhecimento.

Partindo desse ponto de vista, Aguiar (2008) complementa que o uso das TIC's propicia trabalhar a disciplina de Matemática através da investigação e a experimentação, considerando que permite ao aprendiz vivenciar experiências, fomentar, interferir e construir seu próprio conhecimento. Ainda para o autor, o aluno participa dinamicamente da ação educativa através da interação com métodos e meios para organizar sua própria experiência. Nessa perspectiva, as TIC's no ensino da Matemática pode ser uma grande aliada no desenvolvimento cognitivo dos alunos a medida em que possibilita um trabalho que se adapta a diferentes ritmos de aprendizagens, e permite que o aluno aprenda através da interação e experimentação. Dessa forma, as experiências com o uso do computador têm estabelecido uma nova relação entre o aluno e o professor, bem como entre os alunos, oportunizando uma maior proximidade entre eles, promovendo a interação e a colaboração. Nesse sentido, o uso desses recursos pode trazer significativas contribuições para se repensar sobre o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, representando a superação do método tradicional muitas vezes presente na prática do docente.

Robótica educacional

As primeiras ideias sobre a robótica educacional surgiu na década de 60, quando Seymour Papert desenvolvia sua teoria sobre o construcionismo e defendia o uso do computador nas escolas como um recurso importante para os alunos. Ela pode ser definida como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, em que o aprendiz tem acesso a computadores e softwares, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores, rodas e um ambiente de programação para que os componentes citados possam funcionar (GOMES, et al., 2010).

Atualmente a robótica vem sendo apontada como mais uma ferramenta possível para o aprendizado, devido ao seu potencial em áreas do conhecimento que se comunicam e que possam ser trabalhadas em um mesmo projeto, ou seja, promovendo uma atividade interdisciplinar com base na construção de um ambiente de aprendizagem coletivo. Por trazer benefícios em prol do aprendizado, Santos, Nascimento e Bezerra (2010) defendem sua utilização no processo de formação dos alunos. Para os autores, além de ser importante no processo de ensino e aprendizagem, promove a

interdisciplinaridade entre diferentes áreas do conhecimento, valorizando a coletividade e motivando a participação dos alunos. Ainda segundo o autor, a robótica tem como objetivo disponibilizar aos alunos a oportunidade de criar soluções voltadas ao mundo real, de forma a possibilitar o aprendizado dinâmico e estimulante.

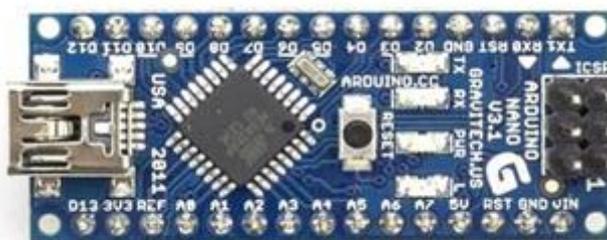
O robô ou a construção de um artefato pode ser compreendido como um recurso cognitivo que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias, ou “um objeto-para-pensar-com”, conforme as palavras de Papert (1986). Através de sua utilização, os estudantes podem explorar novas ideias e descobrir novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (SANTOS; MENEZES, 2005; BENITTI et al., 2009).

Por promover diálogos nas diferentes áreas do saber, a robótica torna-se um interessante campo a ser explorado no âmbito da educação. Seus projetos envolvem situações de aprendizagem pela resolução de problemas que possibilitam o rompimento com a perspectiva fragmentada do currículo escolar. Portanto, pode-se constatar que a robótica educacional possui características didático-pedagógicas interessantes e motivadoras, capazes de proporcionar aos alunos novas maneiras e possibilidades de aprendizagem por meio do uso da tecnologia.

Arduino: plataforma livre e de baixo custo para robótica

Atualmente, o Arduino vem impulsionando a utilização da robótica nas escolas por ser uma tecnologia simples, expansível e de baixo custo. Esta plataforma tem apresentado um potencial didático interessante e pode ser aplicada na educação nos mais diversos níveis de ensino, auxiliando na criação de diversos projetos que necessitem da tecnologia (KALIL et al., 2013). O Arduino (Figura 1) é uma placa eletrônica de prototipagem com microcontrolador que pode ser facilmente conectada a um computador e programada. Desde o início de seu projeto em 2005, é focado em prototipagem educacional. Ele proporciona fácil acesso ao desenvolvimento de aparatos robóticos devido a seu custo reduzido, alta disponibilidade e baixa complexidade (SANTOS et al., 2010).

Figura 1 - Arduino Nano



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Como tanto o *hardware* quanto o *software* são inteiramente livres, qualquer pessoa pode fabricar seu próprio Arduino para uso e revenda, como desejar, o que justifica o baixo custo do dispositivo. Ele possui uma interface de desenvolvimento padrão, que compila códigos feitos na linguagem C++ com algumas modificações, tornando o uso e a aprendizagem muito fáceis (MCROBERTS, 2015).

Por ser uma área tecnológica em expansão, cada vez mais surgem trabalhos com o uso do Arduino nas mais variadas áreas do saber, como forma de estabelecer experiências concretas em relação aos conteúdos estudados e auxiliar na compreensão dos conceitos.

Sequência didática e sua aplicação

A sequência didática, a ser apresentada, visou desenvolver conceitos da função da função polinomial do 2º grau através da utilização de diferentes recursos tecnológicos, como a robótica, planilha eletrônica e simulador, como forma de promover compreensão e contextualização do conteúdo. Assim, essa proposta voltou-se especificamente para os seguintes conceitos: condição de existência, gráfico, zero ou raízes da função, coordenadas do vértice, variação dos coeficientes a , b , c e a aplicação da função. Além disso, contemplou o estudo de alguns conceitos físicos promovendo a relação entre as disciplinas de Física e Matemática. Ela está estruturada em oito atividades, subdivididas em resgate de conhecimentos prévios, pesquisa, explanação do conteúdo, utilização de diferentes tipos de tecnologias, contextualização do conteúdo, avaliação das atividades, entre outros.

A escolha do tema sobre função apoia-se na justificativa de que é um conteúdo matemático que possibilita sua associação a amplas situações do dia a dia pois, a todo instante, se estabelecem relações entre as mais variadas grandezas. Por exemplo, quando uma quantidade for comparada ao volume, a qualidade comparada a variação do preço, enfim, sempre em que ocorrer comparação entre grandezas estará trabalhando intuitivamente com a ideia de função.

Além disso, o conteúdo funções do 2º grau possui relação nas mais diversas áreas do conhecimento como, por exemplo, em Física, seja no lançamento oblíquo, no movimento uniforme variado, dentre outras; na Administração e Contabilidade, relacionando as funções ao custo, receita e lucro; na Biologia, no processo de fotossíntese das plantas; e na Engenharia Civil, presente na construção de prédios, dentre outros (OLIVEIRA, 2014).

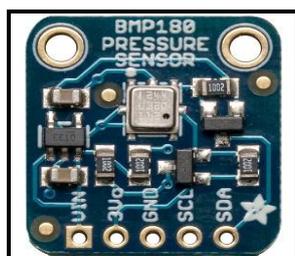
A seguir, será apresentado o método como se deu a construção do recurso tecnológico utilizado como estratégia para o ensino da função polinomial do 2º grau.

Método utilizado para a construção do recurso tecnológico

Como uma das aplicações do conteúdo função polinomial do 2º grau é o estudo de lançamento de projéteis estudado em Física, foi desenvolvido um recurso tecnológico

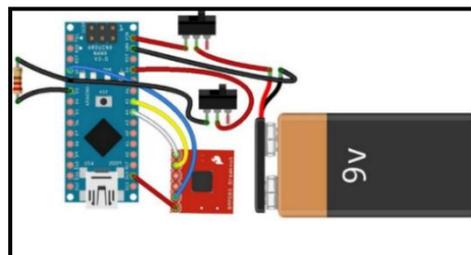
denominado de RT, como forma de contextualizar o ensino da Matemática e promover maior relação entre os conceitos Físicos e Matemáticos. Esse RT tem por finalidade se lançado ao ar, pelos alunos e, em sua trajetória, o aparato obtém dados como altura e tempo. Para a sua construção, foram utilizados os seguintes componentes: Arduino Nano (Figura 1), sensor barométrico BMP180 (Figura 2), dois botões do tipo *switch* e uma bateria. A (Figura 3) representa o esquemático do dispositivo.

Figura 2 - Sensor BMP180



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

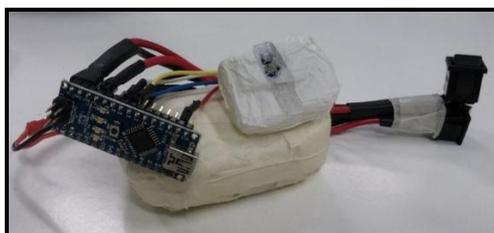
Figura 3 - Esquemático do dispositivo



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Uma vez montado o dispositivo (Figura 4), o sensor capta dados a cada 100 ms, que fica armazenado no Arduino. Cabe ressaltar que o BMP180 não registra a altitude, e sim a pressão atmosférica. Porém, a partir das diferentes medições, se consegue determinar a altitude. Ao final do lançamento, esses dados são passados do Arduino para o computador, possibilitando obter dados como altura e tempo como mostra a figura 5.

Figura 4 - Aparato completo com seus componentes protegidos



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

O programa, feito na linguagem Python, lê os dados que o Arduino capturou, toma o valor inicial como o ponto zero e aplica a fórmula de conversão de pressão para altitude relativa para todos os valores seguintes. Assim, o programa sabe do intervalo que foi usado entre as capturas e fornece os dados referentes ao lançamento (Figura 5).

Figura 5 - Dados fornecidos pelo RT

Altura (m)	Tempo (s)
0	0
1,7	0,1
3,6	0,2
5,2	0,3
6,4	0,4
7,5	0,5
8	0,6
8,3	0,7
8,4	0,8
8,5	0,9
8,4	1
8,3	1,1
8	1,2
7,5	1,3
7	1,4
6,2	1,5
5,5	1,6
4,4	1,7
3,2	1,8
2	1,9
1	2
0	2,1

Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Esse dispositivo foi protegido e embalado (Figura 5) para que quando caísse no chão não fosse danificado.

Figura 4 - Dispositivo protegido e embalado



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Aplicação em sala de aula

A sequência didática foi aplicada em uma turma diurna de 1º ano do EM, de uma escola pública estadual no município de Passo Fundo/RS. A turma contava com 26 estudantes, com faixa etária entre 14 e 15 anos. O quadro 1 apresenta o cronograma de aplicação da sequência didática, que teve duração de 5 encontros, totalizando 19 períodos com a duração de 50 minutos cada período.

Quadro 1 - Cronograma de aplicação da sequência didática

Encontro		Atividades Realizadas
1°	3 períodos	- Apresentação dos alunos, do pesquisador e da proposta. - Questionário de sondagem. - Resgate de conhecimentos prévios da equação do 2° grau.
2°	3 períodos	- Pesquisa a partir do Questionário de Conceitos. - Socialização dos conceitos pesquisados em sala de aula.
3°	3 períodos	- Apresentação do Recurso Tecnológico (RT). - Questionário de aula prática.
4°	5 períodos	- Lançamento do Recurso Tecnológico (RT). - Construção do gráfico do lançamento do RT em papel quadriculado. - Construção do gráfico do lançamento do RT em planilha eletrônica. - Questionário de interpretação. - Construção coletiva do conceito de função polinomial do 2° grau.
5°	5 períodos	- Pesquisa sobre as aplicações da função polinomial do 2° grau - Resolução das situações-problema. - Validação dos resultados no simulador Phet.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Para descrever a aplicação da sequência didática, segue uma descrição detalhada dos cinco encontros.

Primeiro encontro

No primeiro encontro foi entregue aos alunos um questionário de sondagem. Esse questionário teve como objetivo analisar o que eles aprenderam ou o que lembram sobre a função do 2° grau, pois é um conteúdo que é trabalhado no 9° ano no ensino fundamental. Com essa atividade o professor pôde mensurar o nível de conhecimento dos alunos, informações que lhe auxiliaram na definição das atividades posteriores.

Segundo encontro

Ocorreu no laboratório de informática da escola, onde foi solicitado que se reunissem em grupos de, no máximo, três alunos para a realização das atividades. Foi entregue para cada aluno um *netbook* e o questionário de conceitos. A seguir, explicou-se para os alunos que eles deveriam pesquisar sobre tais conceitos, mas que não era para copiar na íntegra as respostas pesquisadas tais quais encontradas nos *sites*.

A intenção era que eles refletissem a partir dos conteúdos pesquisados em diferentes *sites* na internet e elaborar com suas palavras um significado próprio dos conceitos pesquisados. Posteriormente foi realizada a socialização da atividade, em que cada representante do grupo apresentou o que entendeu sobre cada um dos conceitos.

Terceiro encontro

No terceiro encontro alunos foram questionados sobre o que conheciam ou se já ouviram falar sobre robótica. Assim foi dialogado com os alunos os dois tipos de robótica

existentes, a robótica pedagógica e a industrial. Em seguida foi apresentado para os alunos um recurso tecnológico, chamado de (RT), construído pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Inclusão Digital (Gepid) da Universidade de Passo Fundo, para o entendimento de conceitos da função polinomial do 2º grau. Foram descritas as principais peças que compõem esse recurso, como o sensor que, conectado a placa de Arduino, é capaz de registrar medições variadas como tempo e altura. Em seguida, foram realizados alguns lançamentos do RT no pátio da escola onde os alunos organizados em grupos responderam as questões descritas abaixo:

- 1- Quais as grandezas físicas envolvidas ao efetuarmos o lançamento do RT?
- 2-Ao lançarmos o RT, essas grandezas podem estar relacionadas? Por quê?
- 3- Explique qual é a relação de dependência entre as grandezas do lançamento do RT. A altura depende do tempo ou o tempo depende da altura?
- 4- Como você colocaria essas grandezas (altura *versus* tempo) nos eixos cartesianos x e y ?

Quarto encontro

No quarto encontro os alunos foram levados para o pátio da escola onde cada grupo realizou o lançamento do RT. Após cada lançamento, o RT era conectado a um notebook e extraído os dados referentes àquele lançamento, os quais foram entregues para cada grupo de alunos. Posteriormente, os alunos foram levados para a sala de aula, onde foi solicitado que se reunissem nos mesmos grupos para a realização da próxima atividade. Entregou-se para cada aluno uma folha de papel quadriculado e solicitado que cada um fizesse a representação gráfica da posição do RT, ou seja, altura *versus* tempo. Foi explicado que cada quadradinho da folha milimetrada representava uma unidade e que eles deviam representar os pontos no sistema cartesiano.

Após o gráfico do lançamento do RT ser construído manualmente, foi entregue para cada aluno um netbook para a construção do gráfico do lançamento do RT com o auxílio da planilha eletrônica Calc do LibreOffice. Após a curva gerada, os alunos foram auxiliados a adicionar a linha de tendência e a expressão gerada pela curva, tendo como objetivo explicar a condição de existência da função polinomial do 2º grau, ponto de máximo ou de mínimo e retomar a principal característica da função do 2º grau. Ao final, cada grupo recebeu as algumas questões de Interpretação referente ao gráfico para responderem.

Concluída a atividade e tendo por objetivo definir os conceitos da função polinomial do 2º grau, a professora esboçou no quadro o gráfico representando o lançamento do RT e questionou aos alunos sobre questões de interpretação do gráfico. Com essas atividades realizadas no quarto encontro, esperava-se que os alunos conseguissem compreender os principais conceitos da função polinomial do 2º grau e a sua relação com a física.

Quinto encontro

O quinto e último encontro aconteceu no laboratório de informática. Para dar início as atividades, foram retomados alguns conceitos trabalhados na aula anterior e também foi solicitado que os alunos se reunissem nos mesmos grupos dos encontros anteriores para o prosseguimento das atividades. Foi entregue para cada grupo de alunos um netbook e foi solicitado que eles realizassem a pesquisa sobre a aplicação da função do 2º grau, ou seja, situações cotidianas em que a função do 2º grau esteja presente. Após, cada grupo de alunos apresentou os seus achados, em que a professora entrevistou no entendimento, dialogando com os alunos, buscando compreensão das informações pesquisadas.

Em seguida, foram entregues para cada grupo de alunos três situações-problema sobre o conteúdo função polinomial do 2º grau e papel quadriculado para a construção de gráficos. Também foi solicitado que os alunos lessem as questões e construíssem os gráficos para posteriormente interpretar e responder as questões. Após todos os alunos concluírem a atividade, cada grupo recebeu um netbook e solicitou-se que acessassem o site Phet¹, que é um repositório de Objetos de Aprendizagem, contendo uma grande variedade de simulações de diferentes áreas do saber, tais como Física, Matemática, Química, dentre outras. Nele, deveriam ir para a simulação *Equation-Grapher*². Posteriormente, a fim de familiarizar os alunos com o simulador, foi dada uma equação do 2º grau qualquer e sugerido que os alunos digitassem nos campos os coeficientes numéricos a , b e c . Os alunos foram incentivados a aumentar e diminuir o valor dos coeficientes numéricos nos botões do simulador para que observassem a variação gráfica dos coeficientes a , b e c .

Através dessa atividade foi possível explicar a função de cada coeficiente numérico na equação do 2º grau. Ao finalizar a tarefa, foi pedido que os alunos utilizassem o simulador Phet para verificar se os gráficos que foram construídos nas situações-problema no papel quadriculado coincidiam com os gráficos gerados pelo simulador. Caso não coincidisse, era para o grupo dialogar e escrever o porquê da divergência.

Resultados e discussão

Sequências Didáticas são definidas como um conjunto de atividades planejadas e desenvolvidas para organizar o processo de ensino. Partindo desse princípio, e por buscar uma análise que envolva a identificação das potencialidades de uma proposta didática, foi usado o diário de bordo do professor, preenchido ao final de cada encontro, como instrumento de coleta de dados para a pesquisa.

¹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/equation-grapher>.

Diário de bordo do professor

Na primeira atividade, em que os alunos responderam um questionário de sondagem, infere-se pelas respostas dos 17 alunos que a maioria deles, ou seja, 94,1%, já haviam estudado a fórmula de Báskara, no entanto quando questionados se haviam aprendido a função polinomial do 2º grau, 76,4% responderam que não lembram ou que não estudaram o conteúdo. O que se pode concluir é que aproximadamente a totalidade dos alunos estudou o conteúdo função do 2º grau no 9º ano do ensino fundamental e geralmente a ênfase dada ao conteúdo é voltada à aplicação de fórmulas.

Os alunos também foram questionados se conheciam alguma aplicação da função polinomial do 2º grau, onde 94,2% deles afirmaram que não sabem ou não se lembram de alguma situação do cotidiano que tenha relação com o conteúdo função do 2º grau. Com isso, confirma-se novamente a hipótese de que os alunos aprendem fórmulas e algoritmos, no entanto, desconhecem a sua aplicação.

Na última questão, foi apresentada uma função do 2º grau e solicitado que os alunos calculassem os zeros da função, as coordenadas do vértice e que construíssem o gráfico da função. Foi observado que os alunos não lembravam sobre os conceitos da função polinomial do 2º grau e que por isso questionavam a professora de como iriam calcular os zeros da função e coordenadas do vértice. A professora explicou que o objetivo dessa atividade era saber o que eles lembravam ou conheciam sobre a função do 2º grau, que iria ser trabalhado posteriormente, que respondessem somente o que sabiam.

Observou-se 58,82% dos alunos não apresentaram dificuldade em resolver a fórmula de Bháskara, acertando o cálculo. Já 41,18% dos alunos deixaram a questão sem responder ou resolveram a fórmula de Bháskara, mas não acertaram o cálculo.

Sobre a questão de coordenadas do vértice, apenas 23,52% dos alunos conseguiram calcular corretamente as coordenadas do vértice, 76,48% dos alunos resolveram a questão, mas não encontraram a resposta correta ou deixaram a questão sem responder.

Na construção do gráfico da função, somente 17,64% dos alunos conseguiram construir o gráfico da função corretamente, 82,36% dos alunos construíram o gráfico da função de forma incorreta ou não sabiam construir o gráfico.

Com a atividade ficou evidente a dificuldade que muitos alunos possuem na aritmética básica, onde a maioria dos erros apresentados é decorrente da regra de sinais. Outra dificuldade que foi percebida é referente entendimento dos conceitos da função polinomial do 2º grau, ou seja, eles sabiam que o cálculo do zero da função era feito utilizando a fórmula de Bháskara, contudo não sabiam a razão. Também foi observado que nas questões que todos conheciam as fórmulas de Bháskara e das coordenadas do vértice, porém não avaliavam se os valores encontrados estavam de acordo com a questão como, por exemplo, a função era crescente, mas o gráfico construído por eles era decrescente.

No segundo encontro foi solicitado que pesquisassem sobre alguns conceitos físicos e matemáticos necessários para as próximas atividades. Foi possível perceber a dificuldade que os alunos possuem em pesquisar, em buscar informações em mais de um site na Internet, de entender, interpretar, e refletir sobre as informações pesquisadas. Por mais que o professor-pesquisador tivesse explicado o objetivo da atividade, percebeu-se que, no momento em que apresentaram seus achados, eles não conseguiam explicar sobre o que estavam lendo, ou seja, apenas reproduziram a informação tal qual como encontrada.

Dessa forma, foi necessário intervir com questionamentos explicando sobre o significado de realizar uma pesquisa, que não era simplesmente copiar a informação e sim tentar compreender o que está escrito. Um aluno disse que eles precisavam de maior tempo para dialogarem com os colegas e pesquisarem em outros sites para poderem entenderem os conceitos. Na socialização da atividade, foi possível perceber que o ambiente formado era diferente do anteriormente, pois existia a preocupação em apresentar o que o grupo entendeu e o espírito de cooperação nos grupos em ajudar o colega a expor sua ideia.

No terceiro encontro, ao apresentar o RT aos alunos, foi possível verificar o interesse deles em saber o que seria feito com o recurso e também surgiram curiosidades como, por exemplo, a programação utilizada para a construção do recurso, a função da placa de Arduino e custo total para a construção do recurso. Assim, foi explicado que uma das aplicações práticas da função do 2º grau é o lançamento de projéteis, estudado em Física, que quando lançado um objeto para cima observa-se que a trajetória descrita pelo objeto é uma parábola. E que assim o RT seria lançado para a obtenção dos dados para estudo.

Na primeira questão do questionário de aula prática foi possível observar que os alunos não tiveram dificuldade no entendimento de conceito de grandeza e que por isso conseguiram apresentar vários exemplos de grandezas físicas associadas ao lançamento do RT, como força, aceleração gravitacional, velocidade, pressão atmosférica, tempo, altura e distância.

A segunda questão tinha por objetivo verificar se os alunos entenderam o conceito de função, ou seja, buscar relação entre as grandezas. Percebido que eles apresentaram dificuldades em responder à questão, foi retomando o conceito de função com exemplos de situações cotidianas. Logo um aluno complementou a ideia: *“dependendo da altura pode ter variação da pressão atmosférica”*, e assim foram surgindo relações: *“dependendo da altura que um objeto se encontra ele pode demorar mais tempo ou menos tempo para cair”*; *“dependendo da velocidade de um carro ele pode chegar em mais ou menos tempo do que o previsto”*; *“dependendo da massa de um objeto ele poderá cair com mais ou menos velocidade”*. Através do diálogo e a participação dos alunos, foi possível perceber que a questão atingiu o objetivo, pois foram várias as relações estabelecidas entre as grandezas.

A terceira questão objetivava verificar a relação entre as grandezas Tempo e Altura no lançamento do RT. Foi possível perceber que os alunos dialogavam entre si e também entre os grupos e que existia bastante divergências de respostas. Dessa forma foi necessário intervir com questionamentos: “o tempo será maior ou menor se lançarmos o RT do primeiro piso da escola em relação ao terceiro piso, sendo que em ambas as situações ele cairá no pátio da escola?”. Um aluno respondeu: “a altura que depende do tempo, pois se você for no primeiro piso da escola jogar o RT terá um tempo e se você for no terceiro piso da escola terá um tempo maior, então dependendo da altura em que um objeto se encontra ele poderá demorar mais tempo ou menos tempo para cair”. Foi possível perceber que a atividade alcançou o objetivo proposto, na qual era estabelecer o diálogo entre os alunos, a participação e a compreensão da relação entre os conceitos altura e tempo.

A quarta questão tinha por objetivo que associassem as grandezas Tempo e Altura nos eixos cartesianos. Pelos comentários dos alunos nos grupos foi percebido que também havia divergências de respostas, em que um aluno questionou: “tanto faz se eu colocar a altura no eixo x e o tempo no eixo y ?”. Dessa forma, foi retomado o conceito de função com um exemplo qualquer e a relação entre as grandezas, ou seja, variável dependente e independente para que os alunos conseguissem refletir sobre a questão e associar a variável dependente (eixo y , a altura) e a variável independente (eixo x , ao tempo).

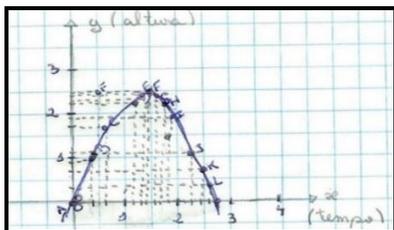
Na realização da atividade foi possível perceber que muitos alunos apresentaram dificuldades em estabelecer relações dos conhecimentos teóricos com situações práticas. Dessa forma, em muitos momentos foi necessário intervir com diálogos e questionamentos para que os alunos buscassem novas relações. Também é possível destacar que a utilização do RT promoveu uma aula dialogada, participativa, em que o conhecimento não foi apresentado para os alunos e sim construído a partir da participação deles.

No quarto encontro alguns dos alunos apresentaram dificuldades na realização da atividade da construção dos gráficos no papel quadriculado, pois apresentavam dúvidas quanto à representação dos números decimais na reta numérica, na marcação dos pontos nos eixos cartesianos, entre outras. Notado que as dificuldades eram particulares, foi necessário auxiliar cada aluno na realização da atividade.

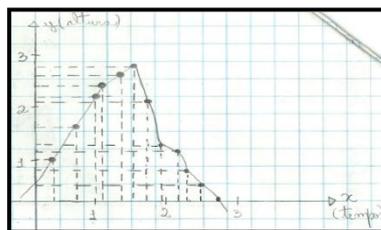
Após a conclusão da atividade, um grupo questionou sobre o porquê do seu gráfico não estar perfeito, pois o grupo teve o cuidado de representar os pontos com cuidado no plano cartesiano, como mostra o gráfico 1. Foi explicado aos alunos que o sensor utilizado não é profissional e, portanto, não tem a mesma acurácia, além de que existem forças que atuam em um corpo em movimento, como por exemplo, a resistência do ar, o que interferem na obtenção dos dados.

Outro aspecto que foi notado na atividade é que os demais grupos, quando fizeram a representação dos pontos, e visualizaram que a parábola não ia ficar simétrica, fizeram uma “aproximação”, transformando em uma parábola perfeita, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 1 - Gráfico do lançamento do RT Gráfico 2 - Gráfico do lançamento do RT



Fonte: dados de pesquisa, 2018.



Fonte: dados de pesquisa, 2018.

Ao visualizar o gráfico no computador, um aluno apontou que o gráfico não podia estar correto pois a parábola não estava perfeita. E que por isso na atividade anterior fez uma aproximação para que a parábola ficasse simétrica. Assim foi explicado para a turma que os dados capturados pelo recurso tecnológico não são precisos, mas aproximados, pois o recurso tecnológico capta a pressão atmosférica e o programa transforma em altura e tempo, e que por isso o gráfico ficou “aproximadamente uma parábola”. Além que, existem forças que atuam em um corpo em movimento, como por exemplo, a resistência do ar, o que interferem na obtenção dos dados. Mas que era possível adicionar a linha de tendência nessa curva para “tratar dos dados”, tornando a curva perfeita.

Após, os alunos foram questionados se a função era crescente ou decrescente. Evidenciou-se a divergência entre as respostas, pois alguns diziam crescentes, já outros decrescentes. Assim foi solicitado que cada aluno defendesse o motivo da curva ser crescente ou decrescente. Imediatamente um aluno falou: “a curva é decrescente pois a equação tem a concavidade para baixo”. Outro aluno complementou: “é só ver o sinal da função que é negativo”. A partir das ideias apontadas pelos alunos, foi explicado o conceito de função crescente e decrescente, ponto de máximo ou de mínimo. Os alunos também foram questionados sobre a condição de existência da função, onde nenhum deles soube responder. Assim foi necessário intervir com explicações sobre a condição de existência da função do 2º grau, dando ênfase sobre a principal característica da função do 2º grau.

Posteriormente à construção do gráfico da posição do RT, cada grupo de alunos recebeu um questionário para interpretação dos dados. Foi explicado o objetivo da atividade, na qual o grupo de alunos deveria utilizar o gráfico construído na atividade anterior para responder as questões. Após os estudantes dialogarem no grupo, tendo como objetivo definir os conceitos da função do 2º grau, a professora construiu o gráfico no quadro, percorrendo com os grupos sobre as questões apresentadas no questionário de interpretação. É importante ressaltar que as respostas dos alunos serviam como diálogos para a construção do conhecimento e não como forma de avaliação da atividade.

A primeira questão estava relacionada com a forma gráfica da curva. Todos os grupos responderam que o gráfico construído tem como forma gráfica uma parábola. Quando questionados sobre a concavidade da parábola, alguns alunos responderam que

era voltada para cima e outros para baixo. Uma vez percebida a divergência nas respostas, foi solicitado que um aluno fosse ao quadro e desenhasse a trajetória do RT. Dessa forma, todos conseguiram responder corretamente. Quando questionados sobre se a função era crescente ou decrescente, alguns alunos responderam que era crescente, e outros, decrescente. Novamente a professora teve que intervir com diálogos sobre a parábola desenhada no quadro: “*o que acontecia com a altura do RT com o passar do tempo?*”

Todos os grupos de alunos responderam corretamente as questões “*os instantes em que o RT está no chão*”; “*a maior altura do RT*” e “*o instante que gerou a maior altura*”. Acredita-se que as atividades anteriores (construção dos gráficos manualmente e computacionalmente) contribuíram para que os alunos pudessem entender as relações entre as grandezas e respondessem as questões corretamente.

Foram percebidas algumas dúvidas referentes a algumas questões. Na questão “*em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e y ?*”, foi necessário retomar como é formado um ponto no sistema cartesiano, pois muitos não responderam e quando questionados sobre as suas conclusões responderam: “*não entendi o que a questão pede*”, “*eu não sabia fazer*”, “*a professora não explicou*”. Em “*qual o domínio e imagem da função?*”, os alunos responderam que nunca estudaram o conceito de domínio e imagem da função. Dessa forma, foi necessário retomar o conceito de função, a fim de que entendesse o conceito que domínio estava relacionado ao eixo x e o de imagem ao eixo y . Analisado o gráfico da função do lançamento do RT junto aos alunos, chegou-se a compreensão de que, por se tratar de fenômenos da natureza, não poderia existir tempo e altura negativos, portanto o domínio e a imagem da função só podem assumir valores positivos. Em “*qual o motivo que quando lançamos o RT para cima após determinado intervalo de tempo ele começa a cair?*” também houve divergências de respostas. Um grupo respondeu que era pela pressão atmosférica, outro que era para obter dados como altura e tempo, e os demais grupos devido à gravidade. Percebendo dificuldades, foi necessário retomar os conceitos já estudados para que os alunos associassem a aceleração gravitacional.

Após o diálogo sobre as questões de interpretação do gráfico, foi ressaltado que os estudantes observassem algumas relações dos conceitos da função do 2º grau com o lançamento do RT como, por exemplo, o cálculo do zero da função ou raízes da função (que é o tempo em que o RT se encontra no chão, ou seja, a altura é igual a zero), as coordenadas do vértice (o x_v que representa o instante da altura máxima e que é dado pelo ponto médio entre as raízes da função) e o y_v (a altura máxima).

No quinto encontro foram retomados os principais conceitos da função do 2º grau estudados na aula anterior. Os alunos foram questionados se conheciam alguma aplicação da função do 2º grau. Eles responderam: “*quando lançamos um objeto para cima a trajetória é uma parábola*”, “*quando chutamos a bola no gol*”, “*quando um objeto cai*”, “*o lançamento de um foguete*”, “*o disparo de uma arma de fogo*”, “*o lançamento de uma bola de canhão*”.

Os alunos também foram questionados se existia somente essa aplicação da função do 2º grau. Alguns responderam: “*não sei*”, “*acho que não*”, “*talvez*”. Percebendo que alguns não sabiam responder, foi entregue para cada grupo de alunos um *netbook* e solicitado que pesquisassem na internet “*aplicações da função do 2º grau*”. Posteriormente, cada grupo apresentou suas descobertas. Foi possível perceber que todos os grupos apresentaram a mesma pesquisa: “*são inúmeras as aplicações das funções quadráticas como por exemplo na Administração, na Contabilidade, para relacionar receitas, custos e lucros, para estudar a fotossíntese das plantas, na construção civil e na Arquitetura, entre outros*”. Foi percebido que os alunos apenas leram a informação pesquisada, mas não sabiam explicar. Logo, foi necessário a professora intervir com questionamentos: “*O que acontece com uma empresa que somente tem prejuízo?*” Um grupo respondeu: “*Fecha as portas porque não teve lucro, e uma empresa para estar no mercado precisa ter lucro*”. Dessa forma foi explicado que uma das aplicações da Administração está relacionada a receitas de custos e lucros que uma empresa tem como meta atingir um determinado valor nas vendas, ou seja, um valor mínimo, para pagar, por exemplo, água, luz, aluguel, funcionários, dentre outros e, caso não atinja esse valor estará operando com prejuízo, o que poderá levar à falência. Um grupo de alunos também apresentou um exemplo voltado para a área da construção civil: “*A matemática é a base de todas as soluções em engenharia, o formato de algumas pontes e construções*”. Aproveitando esse exemplo, a professora explicou o motivo que muitas pontes têm o formato de parábolas. A professora desenhou no quadro um modelo de uma ponte pênsil explicando que é um tipo de ponte suspensa por cabos de aço que são ligados aos pilares, fazendo com que a carga da ponte seja igualmente distribuída, possibilitando maiores distâncias entre os pilares.

Na realização da atividade percebeu-se que os alunos estavam motivados a pesquisar, a buscar informações e entendê-las. Acredita-se que a metodologia utilizada nos outros encontros contribuiu para isso. Outro ponto importante a destacar é em relação ao ambiente formado, que era de diálogo, de reflexão, de participação, em que a professora dialogava com os alunos sobre as informações encontradas e não apresentava o conhecimento de forma pronta e acabada.

No desenvolvimento das situações-problema ficou evidente dificuldades apresentadas pelos alunos referente a Matemática básica, inclusive em cálculos mais simples como multiplicação e divisão, dificuldades referentes a regra de sinais e também na interpretação dos problemas. Desta forma, fez-se necessário em muitas situações a professora intervir, questionando os alunos a analisar se os valores encontrados estavam de acordo com a situação proposta, tendo como objetivo a compreensão por parte do grupo dos conceitos estudados.

Após os alunos resolverem as situações-problema, foi solicitado aos alunos que utilizassem a simulação *Equation-Grapher* do simulador *Phet* tendo como objetivo verificar se os gráficos que foram construídos no papel quadriculado, oriundos dos dados obtidos do lançamento do RT, coincidiam com os gráficos gerados pelo simulador. Caso não coincidissem, o grupo deveria dialogar e escrever o motivo da divergência. A

professora então fez o fechamento das atividades propostas auxiliando os alunos no entendimento das situações-problema e na interpretação dos gráficos. Através da utilização do simulador foi possível aos alunos visualizarem a variação gráfica de cada um dos coeficientes numéricos da função do 2º grau, possibilitando-os elaborarem seus próprios conhecimentos.

Conclusão

Devido às várias tecnologias digitais existentes e disponíveis atualmente, tal como softwares e a robótica, é importante ponderar de que forma elas podem vir a trazer contribuições para a educação. Em sendo possível, é importante utilizá-las com atividades que possibilitem entender o seu funcionamento e reconhecer o seu potencial nas mais diversas áreas do saber. Nesse contexto, torna-se urgente e desafiador estimular processos criativos na aprendizagem fazendo uso de diferentes tecnologias digitais.

Durante a execução da sequência didática, foram realizadas oito atividades sobre o conteúdo função polinomial do 2º grau, sendo ofertadas diferentes ações que promoveram a participação dos alunos, a partir do uso de diferentes recursos tecnológicos, tais como *netbooks* para pesquisa, a robótica como forma de promover uma experiência concreta entre a teoria e a prática, além da utilização de planilha eletrônica e simulador. Nessas atividades, houve grande integração e motivação por parte dos alunos na realização das tarefas propostas.

A pesquisa demonstrou ser uma importante estratégia de ensino para o processo de construção do conhecimento do aluno, possibilitando-o obter a informação desejada, não ficando restrito somente às informações repassadas pelo professor. Também é importante ressaltar que essa prática de ensino promoveu uma aula dialogada e participativa, favorecendo a postura crítica dos envolvidos.

Por meio da atividade de observação do lançamento do RT foi possível relacionar os conceitos teóricos pesquisados com a prática, possibilitando estabelecer maior relação entre os conceitos Físicos e Matemáticos. Com análise gráfica dos dados extraídos do lançamento do RT (altura x tempo) foi possível ao grupo de alunos levantar hipóteses, estabelecer relações e tirar conclusões sobre os conceitos da função polinomial do 2º grau como, por exemplo, o cálculo do zero da função ou raízes da função (é o tempo em que o RT se encontra no chão, ou seja, sua altura é igual a zero) as coordenadas do vértice (o x_v representa o instante da altura máxima e que é dado pelo ponto médio entre as raízes da função) e y_v (a altura máxima do RT).

Na resolução das três situações-problema foi possível perceber que as atividades de construção e análise gráfica do lançamento do RT ajudaram os alunos a refletirem e a verificarem se os valores encontrados poderiam ser solução para o problema, possibilitando assim autonomia dos alunos na interpretação das atividades e ampla compreensão sobre os conceitos da função polinomial do 2º grau.

A utilização do RT como forma de contextualizar e promover experiências práticas em relação ao conteúdo foi bem aceita pelos alunos. Estes relataram ser atividades criativas, diferentes e participativas. Além disso, através de sua utilização foi possível demonstrar uma aplicação real do conteúdo relacionando os conceitos físicos e matemáticos, possibilitando um enfoque interdisciplinar e uma maior compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau.

O simulador demonstrou ser um importante recurso para a visualização da variação gráfica dos coeficientes da função polinomial do 2º grau, além de possibilitar os alunos a fazerem relações com os conceitos já estudados como, por exemplo, no estudo da condição de existência da função polinomial do 2º grau, na qual o coeficiente numérico “a” jamais poderá ser zero, pois se não o gráfico será uma reta, ou seja, uma função do 1º grau.

Dentro dessa experiência didática, foi verificado que o uso de diferentes recursos tecnológicos em aulas de Matemática pode contribuir para o seu aprendizado. O ensino utilizando diferentes recursos tecnológicos possibilita que os alunos manipulem, interajam, visualizem, verifiquem, reflitam e construam situações que os auxiliem no processo de construção de conhecimento, levando-os a uma postura ativa na construção de seu conhecimento. Nesse sentido, a utilização de diferentes recursos tecnológicos pode contribuir para aproximar a Matemática da sala de aula com o cotidiano dos alunos, tornando assim as aulas mais dinâmicas, participativas e significativas.

Referências

- ALMEIDA, D. F. Softwares educativos para o ensino da matemática no ensino médio, 2010. Disponível em: < <http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/19-SOFTWARES-E.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Revista vértices**, v. 10, n. 1, jan./dez. 2008.
- BENAIM, D. **Memorandum for Dalton School's Educational Policy Committee**. nov. 1995.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.
- BROOKS, J. G.; BROOKS, M. G. **Construtivismo em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GALLO, S. **Transversalidade e educação: pensando uma educação não-disciplinar**. In: ALVES, N.;

GOMES, C. G. et al. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. In: PIROLA, N. A. (Org.) **Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação** [on-line]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

JAPIASSU, H. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. São Paulo: Letras e Letras, 1999.

JAPIASSU, H. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. São Paulo: Letras e Letras, 1999.

KALIL, F. et al. Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/739-742.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

LUCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

MAISONNETTE, R. A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa. 2002. Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca.cgd/192.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

NIEMANN, F. de A.; BRANDOLI, F. Jean Piaget: um aporte teórico para o construtivismo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa e da Matemática. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 2012, Caxias do Sul, **Anais...** Caxias do Sul: UCS, 2012.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2007.

PIAGET, J. **Psicologia da inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

REIS, E. F.; REHFELDT, M. R. Software Phet e matemática: Possibilidade para o ensino e aprendizagem da multiplicação. **REnCiMa**, v. 10, n.1, p. 194-208, 2019.

SANTOS, F. L.; NASCIMENTO, F. M. S.; BEZERRA, R. M. A robótica Educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos técnicos e tecnólogos. In: CONGRESSO DA SBC, 30, 2010. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PUC, 2010.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A. Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: CONGRESSO DA SBC, 30, 2005. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PUC, 2005.

SILVA, M. F. da; CORTEZ, R. de C. C.; OLIVEIRA, V. B. de. Software Educativo como auxílio na aprendizagem da matemática: uma experiência utilizando as quatro operações com alunos do 4º Ano do Ensino Fundamental. **Revista ECCOM**, v. 4, n. 7, jan./jun. 2013.

TRENTIN, M. A. S.; SILVA, M.; ROSA, C. T. W. da. Eletrodinâmica no Ensino Médio: Uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação. **REnCiMa**, v. 9, n.5, p. 94-113, 2018.