

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Emília Casagrande

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

Passo Fundo

2017

Emília Casagrande

**FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA APOIADA NAS
TECNOLOGIAS DIGITAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

S237e Casagrande, Emília
Função polinomial do 2º grau : uma sequência didática apoiada nas
tecnologias digitais / Emília Casagrande. – 2017.
112 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientação: Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Tecnologias digitais. 2. Matemática – Métodos de ensino. I. Trentin,
Marco Antônio Sandini, orientador. II. Título.

CDU: 51

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Emília Casagrande

**FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA APOIADA NAS
TECNOLOGIAS DIGITAIS**

A banca examinadora aprova a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática.

Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin – Orientador
Universidade de Passo Fundo – UPF

Profa. Dra. Marlise Geller
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Universidade de Passo Fundo – UPF

Prof. Dr. Adriano Canabarro Teixeira
Universidade de Passo Fundo – UPF

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me permitido alcançar mais esta conquista.

Agradeço aos meus pais José e Lorena, por sempre me apoiarem em minhas decisões, e contribuírem, mesmo com palavras de conforto, nos momentos que mais precisei.

À minha irmã Edir e meus sobrinhos Henrique e Hellen, pelo carinho, atenção e amor que dedicaram a mim ao longo desta difícil etapa.

Ao meu orientador, o professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin, o agradecimento especial, por ter acreditado em mim, pelo apoio, paciência, sugestões e apontamentos para construção deste trabalho.

A todos os professores do Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, que contribuíram para a minha formação e proporcionaram um aprendizado significativo que levarei para meu trabalho.

Aos meus colegas do mestrado, pelos momentos de alegria, conhecimento e experiências compartilhadas.

Enfim, a todos que de alguma forma tornaram esse caminho mais fácil de ser percorrido.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”.

(Paulo Freire).

RESUMO

A pesquisa, que se insere na linha Tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática, tem como foco principal a investigação sobre a pertinência de uma proposta didática que envolva, além do resgate de conhecimentos prévios, o uso de diferentes recursos tecnológicos para o estudo da função polinomial do 2º grau. Este trabalho tem como questão central: De que maneira uma sequência didática, apoiada em diferentes recursos tecnológicos, contribui para a compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau? Como objetivo de pesquisa, buscou-se desenvolver uma sequência didática que utilize diferentes recursos digitais para o estudo da função polinomial do 2º grau, averiguando sua pertinência em termos de favorecer a participação dos estudantes em uma aprendizagem mais efetiva. Para atender ao exposto, a presente dissertação foi organizada, inicialmente, apresentando teorias cognitivas que sustentam este trabalho, em particular o construtivismo de Jean Piaget e construcionismo de Seymour Papert. A seguir, o texto discorre sobre a utilização de recursos tecnológicos como apoio à aprendizagem, e ao final do capítulo, ressalta-se às contribuições da robótica na educação. Tal sequência didática foi estruturada em oito encontros, nos quais o estudo da função polinomial do 2º grau foi abordado utilizando-se de aparatos tecnológicos, softwares, simuladores, entre outras ferramentas didáticas. A proposta didática foi aplicada em uma turma de primeiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Passo Fundo, RS. Por fim, a coleta de dados teve como objetivo responder ao questionamento inicial recorrendo ao uso de quatro instrumentos de pesquisa: análise dos questionários respondidos pelos estudantes, diário de bordo preenchido pelo professor-pesquisador, áudio das gravações das aulas e a entrevistas dos estudantes. Esses quatro instrumentos possibilitaram inferir que o uso de diferentes recursos tecnológicos em uma aula 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. Por fim, destaca-se que esta dissertação é acompanhada de um produto educacional, especificamente, uma sequência didática, na qual encontram-se detalhes dos recursos utilizados nos encontros e a sequência didática desenvolvida.

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

ABSTRACT

The research, which forms part of the Information, Communication and Interaction Technologies applied to Science and Mathematics teaching, has as main focus the research on the pertinence of a didactic proposal that involves, besides the rescue of previous knowledge, the use of different Technological resources for the study of the polynomial function of the second degree. This work has as central question: In what way a didactic sequence, supported in different technological resources, contributes to the understanding of the concepts of the polynomial function of the second degree? As a research objective, we sought to develop a didactic sequence that uses different digital resources to study the polynomial function of the second grade, ascertaining its pertinence in terms of favoring students' participation in a more effective learning. In order to meet the above, this dissertation was organized, initially, presenting cognitive theories that support this work, in particular the constructivism of Jean Piaget and constructionism of Seymour Papert. The text then discusses the use of technological resources to support learning, and at the end of the chapter, the contributions of robotics in education are highlighted. This didactic sequence was structured in eight meetings, in which the study of the polynomial function of the second degree was approached using technological apparatuses, software, 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. Finally, data collection had as objective to respond to the initial questioning using four research instruments: analysis of the questionnaires answered by the students, diary of maple filled in by the teacher-researcher, audio of the class recordings and the interviews of the students. These four tools allow us to infer that the use of different technological resources in a Mathematics class can contribute to the learning of this discipline, allowing students to manipulate, interact, visualize, verify, and construct situations that help them in the process of knowledge construction, Making the classes more dynamic, participatory and meaningful. Finally, it is emphasized that this dissertation is accompanied by an educational product, specifically a didactic sequence, in which are found details of the resources used in the meetings and the didactic sequence developed.

Keywords: Second-degree polynomial function. Educational robotics. Following teaching. Digital technologies. Educational product.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Arduino Nano | 31 |
| Figura 2 - Sensor BMP180 | 35 |
| Figura 3 - Esquemático do dispositivo | 35 |
| Figura 4 - Aparato completo com seus componentes protegidos | 35 |
| Figura 5 - Dados fornecidos pelo RT | 36 |
| Figura 6 - Dispositivo protegido e embalado | 36 |
| Figura 7 - Grupos de alunos pesquisando os conceitos | 55 |
| Figura 8 - A turma de alunos realizando a atividade | 55 |
| Figura 9 - Resposta dos alunos referentes ao conceito de grandeza | 57 |
| Figura 10 - Resposta de um grupo de alunos sobre aceleração gravitacional | 57 |
| Figura 11 - Resposta de um grupo de alunos sobre o conceito de aceleração gravitacional | 59 |
| Figura 12 - Resposta de dois grupos de alunos sobre o conceito de função | 59 |
| Figura 13 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de função | 60 |
| Figura 14 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica | 60 |
| Figura 15 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica | 61 |
| Figura 16 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica | 61 |
| Figura 17 - Resposta dos grupos de alunos sobre a representação dos pontos no sistema cartesiano | 61 |
| Figura 18 - Apresentação do Recurso Tecnológico | 62 |
| Figura 19 - Resposta dos alunos sobre as grandezas físicas envolvidas no lançamento do RT | 64 |
| Figura 20 - Os alunos efetuando o lançamento do RT no pátio da escola | 67 |
| Figura 21 - Alunos construindo o gráfico da posição do RT | 68 |
| Figura 22 - Alunos construindo o gráfico da posição do RT | 68 |
| Figura 23 - Construção do gráfico do lançamento do RT utilizando a planilha eletrônica | 70 |
| Figura 24 - Modelo de ponte pênsil | 76 |
| Figura 25 - Solução apresentada por um dos grupos | 79 |
| Figura 26 - Solução apresentada por outro grupo | 80 |
| Figura 27 - Solução apresentada por um dos grupos | 81 |
| Figura 28 - Solução apresentada por um dos grupos | 82 |
| Figura 29 - Solução apresentada por um dos grupos | 83 |
| Figura 30 - Simulador Phet | 85 |

| | |
|--|----|
| Figura 31 - Justificativa apresentada pelo grupo em relação ao gráfico | 87 |
| Figura 32 - Justificativa apresentada por outro grupo em relação ao gráfico..... | 87 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Comparação entre classes tradicionais e classes construtivistas..... | 19 |
| Quadro 2 - Trabalhos relacionados ao uso da placa de Arduino..... | 32 |
| Quadro 3 - Cronograma de aplicação da sequência didática..... | 39 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Resultado da questão um sobre conhecimento prévio | 47 |
| Gráfico 2 - Resultado da questão dois sobre metodologia utilizada..... | 48 |
| Gráfico 3 - Resultado da questão três sobre opinião sobre a metodologia utilizada..... | 48 |
| Gráfico 4 - Resultado da questão quatro sobre a fórmula de Bháskara..... | 49 |
| Gráfico 5 - Resultado da questão cinco sobre aplicação do conteúdo no cotidiano..... | 50 |
| Gráfico 6 - Gráfico do lançamento do RT..... | 69 |
| Gráfico 7 - Gráfico do lançamento do RT..... | 69 |
| Gráfico 8 - Resultado da questão um do questionário on-line | 89 |
| Gráfico 9 - Resultado da questão dois do questionário on-line..... | 90 |
| Gráfico 10 - Resultado da questão três do questionário on-line..... | 91 |
| Gráfico 11 - Resultado da questão quatro do questionário on-line | 92 |
| Gráfico 12 - Resultado da questão cinco do questionário on-line..... | 93 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 16 |
| 2.1 | Jean Piaget e o construtivismo..... | 16 |
| 2.2 | Seymour Papert e o construcionismo..... | 21 |
| 2.3 | Tecnologias na Educação..... | 22 |
| 2.4 | Papel do professor frente às tecnologias..... | 25 |
| 2.5 | As tecnologias no ensino da Matemática..... | 27 |
| 2.6 | Robótica educacional..... | 29 |
| <i>2.6.1</i> | <i>Arduino: plataforma livre e barata para robótica.....</i> | <i>31</i> |
| 3 | SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO..... | 34 |
| 3.1 | Método utilizado para a construção do recurso tecnológico..... | 34 |
| 3.2 | Elaboração da sequência didática..... | 37 |
| 3.3 | Aplicação em sala de aula..... | 39 |
| <i>3.3.1</i> | <i>Primeiro encontro.....</i> | <i>40</i> |
| <i>3.3.2</i> | <i>Segundo encontro.....</i> | <i>40</i> |
| <i>3.3.3</i> | <i>Terceiro encontro.....</i> | <i>41</i> |
| <i>3.3.4</i> | <i>Quarto encontro.....</i> | <i>41</i> |
| <i>3.3.5</i> | <i>Quinto encontro.....</i> | <i>43</i> |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 45 |
| 4.1 | A pesquisa..... | 45 |
| 4.2 | Análise dos dados coletados..... | 46 |
| <i>4.2.1</i> | <i>Primeiro encontro.....</i> | <i>46</i> |
| <i>4.2.1.1</i> | <i>Respostas dos estudantes.....</i> | <i>47</i> |
| <i>4.2.1.2</i> | <i>Diário de bordo do professor.....</i> | <i>51</i> |
| <i>4.2.1.3</i> | <i>Entrevistas dos estudantes.....</i> | <i>53</i> |
| <i>4.2.2</i> | <i>Segundo Encontro.....</i> | <i>54</i> |
| <i>4.2.2.1</i> | <i>Diário de bordo do pesquisador.....</i> | <i>54</i> |
| <i>4.2.2.2</i> | <i>Entrevistas dos estudantes.....</i> | <i>55</i> |
| <i>4.2.3</i> | <i>Terceiro encontro.....</i> | <i>56</i> |
| <i>4.2.3.1</i> | <i>Respostas dos estudantes.....</i> | <i>57</i> |
| <i>4.2.3.2</i> | <i>Áudio das gravações das aulas.....</i> | <i>58</i> |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.2.3.3 | Diário de bordo do professor | 58 |
| 4.2.3.4 | Respostas dos estudantes | 59 |
| 4.2.3.5 | Diário de bordo do professor | 62 |
| 4.2.3.6 | Respostas dos Estudantes..... | 64 |
| 4.2.3.7 | Áudio das gravações das aulas..... | 65 |
| 4.2.3.8 | Diário de bordo do professor | 65 |
| 4.2.3.9 | Entrevistas dos estudantes..... | 66 |
| 4.2.4 | <i>Quarto encontro</i> | 67 |
| 4.2.4.1 | Diário de bordo do professor | 67 |
| 4.2.4.2 | Entrevistas dos Estudantes | 73 |
| 4.2.5 | <i>Quinto encontro</i> | 73 |
| 4.2.5.1 | Diário de bordo do professor | 73 |
| 4.2.5.2 | Áudio das gravações das aulas..... | 74 |
| 4.2.5.3 | Diário de bordo do professor | 76 |
| 4.2.5.4 | Respostas dos estudantes | 77 |
| 4.2.5.5 | Diário de bordo do professor | 84 |
| 4.2.5.6 | Áudio das gravações das aulas..... | 85 |
| 4.2.5.7 | Diário de bordo do professor | 86 |
| 4.2.5.8 | Respostas dos estudantes | 87 |
| 4.2.5.9 | Entrevistas dos estudantes..... | 88 |
| 4.2.5.10 | Respostas dos estudantes | 89 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 95 |
| | REFERÊNCIAS | 97 |
| | APÊNDICE A - Termo de consentimento..... | 103 |
| | APÊNDICE B - Questionário de sondagem..... | 104 |
| | APÊNDICE C - Questionário de conceitos | 105 |
| | APÊNDICE D - Questionário de aula prática | 106 |
| | APÊNDICE E - Questionário de interpretação | 107 |
| | APÊNDICE F - Situações-problema..... | 108 |
| | APÊNDICE G - Questionário de avaliação..... | 110 |

1 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 como para contar, medir, calcular o troco, fazer uma compra ou planejar o orçamento doméstico. Porém, na escola ela é apresentada de outra maneira, mais complexa e descontextualizada, o que na maioria das vezes, assusta o estudante e cria uma aversão pelo aprendizado dessa disciplina.

De acordo com Santos (2012), muitas vezes a metodologia utilizada em sala de aula é aquela em que o professor fala ou escreve no quadro, e o estudante copia e realiza exercícios de fixação como forma de garantia da aprendizagem. Para Teixeira (2010) esse modelo faz referência ao ensino tradicional, que tem como característica tratar do conhecimento como um conjunto de informações que são transmitidas pelos professores aos alunos, por meio de uma abordagem cansativa e pouco atraente, em que os alunos têm o papel de ouvintes, cuja função é a memorização.

Segundo Gallo (2002), ao se pensar práticas cotidianas em sala de aula é recorrente a ilustração das “gavetinhas” as quais parecem “guardar” de um modo geral os conteúdos ensinados e não relacionados. Ou seja, na aula de matemática o estudante abre sua “gavetinha de matemática”, onde o professor deposita informações sobre a matéria e, no final da aula, o aluno fecha sua “gavetinha”. E sem relacionar conhecimentos, o ato de aprender se resume em fechar e abrir “gavetas”, não permitindo que o sentido dos conhecimentos seja interiorizado pelo aluno. Este ensino sob forma de “gavetinhas” faz referência à educação bancária criticada por Paulo Freire (1987). Para o autor, ao depositar conteúdos em diferentes “gavetas” desconectam-se os saberes, desligando-os da realidade.

Ainda para 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.

A contextualização dos conteúdos, associada à interdisciplinaridade, vem sendo divulgada pelo Ministério da Educação (MEC) como princípios norteadores dos PCN's capaz de produzir uma revolução no ensino. De acordo com os PCN's (BRASIL,1998), a contextualização tem como característica fundamental o fato de que todo o conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto, ou seja, quando se trabalha o conhecimento de modo contextualizado a escola está retirando o aluno da condição de expectador passivo. Além de que uma aprendizagem contextualizada visa que o aluno aprenda a mobilizar competências para solucionar problemas do mundo social e especialmente do mundo produtivo (FERNANDES, 2006).

Como ferramenta para a associação de conceitos matemáticos a problemas contextualizados, a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC's) tem sido aliada interessante, pois os recursos tecnológicos 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 e possibilitar aos estudantes construir seu próprio conhecimento.

Como professora¹ há mais de sete anos em uma escola da rede pública estadual, presencio as dificuldades que os alunos têm em entender os conceitos matemáticos, principalmente quando se trata de conteúdos mais abstratos como a álgebra. Percebo a forma estanque, isolada e fragmentada com que os conteúdos são abordados, sem a contextualização

¹ Para deixar a escrita mais pessoal, já que sou professora e relato minhas experiências, escolho em alguns momentos utilizar a primeira pessoa do singular.

dos conceitos, produz-se pouca significação e não se permite que o aluno consiga aplicar o seu conhecimento em outros contextos, apenas aprenda momentaneamente.

Neste trabalho, foi escolhido a função polinomial do 2º grau como tema norteador do produto educacional, 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.

Diante do exposto, o desenvolvimento desta pesquisa buscou responder a seguinte pergunta: “De que maneira uma sequência didática, apoiada em diferentes recursos tecnológicos, contribui para a compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau?”.

Assim o objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver uma sequência didática, que utilize diferentes recursos tecnológicos, para o desenvolvimento dos 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 atingir o amplo objetivo, a presente pesquisa tem por objetivos específicos:

- Promover uma reflexão sobre o ensino da Matemática com o uso das novas tecnologias como ferramentas didáticas;
- Elaborar atividades diversas para o estudo da função polinomial do 2º grau envolvendo o uso de diferentes recursos tecnológicos, a partir de uma perspectiva construtivista e interdisciplinar;
- Estabelecer experiências teórico-práticas visando uma aprendizagem participativa;
- Avaliar a pertinência da sequência didática proposta.

A fim de atender ao exposto, o presente trabalho é organizado nos seguintes capítulos: o capítulo 2 apresenta teorias cognitivistas que sustentam esse trabalho, em particular o construtivismo de Jean Piaget e construcionismo de Seymour Papert. A seguir é apresentado ideias sobre as contribuições das tecnologias aliadas ao processo de ensino e aprendizagem. O capítulo 3 apresenta a proposta metodológica da pesquisa, descrevendo o desenvolvimento de todas as etapas desenvolvidas. No capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões da aplicação da proposta didática, seguindo-se com as considerações finais e apresentando as referências e apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta algumas teorias cognitivistas que apoiam e influenciam a prática pedagógica, na visão dos autores Jean Piaget usando a abordagem construtivista e de Seymour Papert como o precursor da informática educativa. Essas teorias servirão de apoio para a análise da ação pedagógica realizada, cujo enfoque envolve o processo de construção do conhecimento do estudante e a utilização das tecnologias no contexto escolar.

2.1 Jean Piaget e o construtivismo

Jean Piaget nasceu em 1896 na cidade de Neuchâtel na Suíça e morreu em 1980. Mudou-se para Zurique em 1918, onde trabalhou em um laboratório de Psicologia e estagiou em uma clínica de Psiquiatria. Estudou Psicopatologia na Universidade de Sorbonne na França e também se especializou em duas áreas, Psicologia Evolutiva e em Epistemologia Genética (PIAGET, 1996).

Piaget também era biólogo e escreveu vários livros em Biologia. E como biólogo suas preocupações principais estavam relacionadas à classificação das espécies em evolução. Piaget realizou trabalhos importantes nessa área do conhecimento, chegou até a formular uma teoria de evolução de espécies que vai além das visões tradicionais de Darwin e Lamarck (FRANCO, 1995).

A ligação entre a Biologia e a Psicologia estava no fato de Piaget ver na inteligência o principal meio de adaptação do ser humano, que segundo seus estudos, é o ser vivo que melhor se adapta a ambientes e condições, por mais adversas que sejam.

Analisando como a Psicologia tratava do problema da produção do conhecimento pelo homem, Piaget se deparou com duas grandes correntes: a Psicologia Behaviorista (ou comportamentalista) e a Psicologia de Gestalt (ou da forma) (FRANCO, 1995).

Na Psicologia Behaviorista, o conhecimento é concebido a partir da experiência, ou seja, se conhece objetos com que se entra em contato. Na relação sujeito-objeto, condição necessária para que exista conhecimento, é o objeto que imprime o conhecimento no sujeito através de um esquema estímulo-resposta ou resposta-reforço. O behaviorismo supervaloriza o objeto em detrimento do sujeito. Dentro dessa concepção de conhecimento, a prática pedagógica consiste na transmissão do conteúdo pelo professor. Assim, o verdadeiro sujeito da aprendizagem não é o aluno, mas o professor, aquele que planeja o ato de ensinar. O aluno está reduzido a um mero objeto, resultado do trabalho do docente.

Já na Psicologia da Gestalt (ou da forma) “o conhecimento se produz porque há na pessoa uma capacidade interna inata (a priori) que lhe permite” (FRANCO, 1995, p.19). Essa teoria supervaloriza a percepção como função básica do conhecimento da realidade. Gestalt valoriza mais o sujeito que o objeto no processo de conhecimento.

Ao analisar essas duas teorias, Piaget concorda com o behaviorismo, quando diz que o conhecimento vem da experiência. Sem contato com o mundo externo não tem como produzir conhecimento. E também concorda com Gestalt, quando ele coloca a necessidade de processos internos para que o conhecimento se torne possível.

Dessa forma, Piaget formula uma terceira posição relativa ao conhecimento. Para ele o conhecimento não está no sujeito, nem no objeto, ele se constrói na interação do sujeito com o objeto. E na medida em que o sujeito interage, ele vai produzindo sua capacidade de construir seu próprio conhecimento. Essa é a razão da teoria piagetiana ser chamada de construtivismo (FRANCO, 1995).

Uma das grandes novidades de Piaget sobre o processo de construção do conhecimento, é que ele não partiu do estudo como o adulto pensa, como as demais teorias até então propostas. Seu objetivo era conhecer a origem do conhecimento, então o único modo que encontrou para alcançar esse objetivo foi pesquisando como se dá o conhecimento nas crianças.

Com seus estudos, Piaget concluiu que o desenvolvimento cognitivo se dá pela assimilação do objeto de conhecimento a estruturas anteriores presentes no sujeito e pela acomodação dessas estruturas em função do que vai ser assimilado. Em termos piagetianos, a estabilidade cognitiva temporária resultante entre a assimilação e a acomodação é chamada de equilíbrio. Para Piaget as criações de novas estruturas cognitivas nascem da necessidade que a criança tem de encontrar o equilíbrio quando confrontada com contradições internamente construídas, ou seja, quando a percepção e a realidade conflitam.

Para Brooks e Brooks (1997), Piaget concebeu a mente humana como um conjunto dinâmico de estruturas cognitivas que ajudam a dar sentido ao que o ser percebe. Sendo que 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.

Com a proposta construtivista a escola fica aberta ao diálogo, em que o aluno tem liberdade para se expressar e o professor se torna mediador do processo de ensino e

aprendizagem. É o que diz Brooks e Brooks (1997, p. 9), no construtivismo, “a aprendizagem é vista como um processo autorregulado de resolver conflitos cognitivos que frequentemente se tornam aparentes através da experiência concreta, discurso colaborativo e reflexão”.

Segundo Becker (1994), o construtivismo não é uma prática e nem um método, e sim uma teoria que permite conceber o conhecimento como algo que não é dado e sim construído e constituído pelo sujeito através de sua ação e da interação com o meio. Para o autor, a educação construtivista é concebida como “um processo de construção de conhecimento ao qual acorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído” (BECKER, 1994, p. 89).

Os autores Steffe e Galle (apud BENAÏM, 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).

Avaliar na proposta construtivista é acompanhar e valorizar todo o processo de construção de conhecimento do aluno, sendo as observações utilizadas para acompanhar o desenvolvimento dos educandos e ajudá-los em suas eventuais dúvidas, preparando-os para superar as dificuldades (PERANZONI; CAMARGO, 2011). Partindo dessa perspectiva, entende-se que na proposta construtivista a avaliação deva ser sempre contínua, de forma a entender os vários momentos de desenvolvimento do aluno. Brooks e Brooks (1997, p. 21) faz uma comparação da classe tradicional com a classe construtivista, conforme representado no quadro 1:

Quadro 1 - Comparação entre classes tradicionais e classes construtivistas

| CLASSES TRADICIONAIS | CLASSES CONSTRUTIVISTAS |
|--|---|
| Currículo apresentado da parte para o todo, com ênfase nas aptidões básicas. | Currículo apresentado todo para a parte com ênfase nos grandes conceitos. |
| Estrita aderência ao currículo estabelecido é altamente valorizada. | Busca das perguntas dos alunos é altamente valorizada. |
| Atividades que contam com livros-texto e cadernos de exercícios. | Atividades curriculares baseadas em fontes primárias de dados e materiais manipulativos. |
| Estudantes são vistos como “tábua rasa” nas quais as informações são gravadas pelo professor. | Os alunos são vistos como pensadores com teorias emergentes sobre o mundo. |
| Os professores agem de uma maneira didática, transmitindo informações para os alunos. | Os professores geralmente agem de uma maneira interativa, sendo mediadores entre o ambiente e os alunos. |
| Os professores buscam respostas corretas para validar a aprendizagem do aluno. | Os professores procuram o ponto de vista dos alunos para entender suas concepções atuais visando a usá-las nas lições subsequentes. |
| A avaliação do aprendizado do aluno é vista em separado do ensino e ocorre inteiramente através de testes. | A avaliação do aprendizado do estudante é entrelaçada com o ensino e ocorre através de observações feitas pelo professor ao aluno durante o trabalho e pelas apresentações e trabalhos. |
| Os estudantes a princípio trabalham individualmente. | Os estudantes a princípio trabalham em grupos. |

Fonte: BROOKS; BROOKS (1997, p. 21)

Acordando com Brooks e Brooks (1997), ao analisar o quadro comparativo, pode-se dizer que a prática mais utilizada no ambiente escolar é a tradicional, pois os professores geralmente transmitem conhecimento e geralmente esperam que os alunos copiem os conteúdos transmitidos, sendo muito raras questões propostas pelos alunos e interações entre aluno-aluno. Além de muitas das tarefas propostas requererem mais habilidades do que raciocínio. O pensamento do estudante também é desvalorizado, e quando é questionado, muitos professores procuram não capacitar o aluno, mas descobrir se o aluno sabe a resposta correta. Já a prática construtivista valoriza o pensamento do aluno, e ele é convidado a formular suas próprias questões e procurar suas próprias respostas e significados, refletir sobre suas dúvidas e a participar das investigações na elaboração de seu conhecimento.

Segundo Franco (1995) Piaget distinguiu dois tipos de aprendizagem. Uma delas é mais limitada, sendo aquela que faz “saber fazer algo” ou “obter êxito em uma tarefa”, ou seja, aquela aprendizagem que produz algo mecânico, que não traz compreensão do que se está fazendo. Já a outra, trata-se de uma aprendizagem que leva a compreender algo, ou seja, uma aprendizagem que consiste na construção (ou reconstrução) de um conhecimento. Por isso, pode-se dizer que é uma aprendizagem geradora de conhecimento.

Na visão de Solé e Coll (1999, p. 22-20) o conceito de aprendizagem significativa é central na perspectiva construtivista. De acordo com os autores, a palavra “construção” está sendo utilizada no sentido de “atribuir significados pessoais” a um “conhecimento que existe

objetivamente”, em particular aos conteúdos escolares. Partindo dessa concepção, Coll et al. (2001) aponta que, se aprende significativamente quando se é capaz de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que se pretende aprender, isto é, quando se promove a integração, a modificação, estabelecimento de relações, os vínculos de relações a cada aprendizagem que é realizada e a coordenação entre esquemas de conhecimento que já se possui. Assim, fica claro que, aprender significativamente não é um processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas a integração, o estabelecimento de relações entre o que já se sabe (o conhecimento prévio) e o que se pretende aprender.

Segundo Ackermann (2001), o construtivismo, desenvolvido por Piaget, prega que o aprendizado deve ser adquirido a partir da relação do conhecimento com o cotidiano do aluno. Partindo dessa ideia, Moço (2008) acredita que é importante propor uma atividade para verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre um tema como forma de planejar novas intervenções. O autor também ressalta a importância do conhecimento prévio a um conjunto de ideias, representações e dados que servem de sustentação para um novo saber. Em sua visão, não existe ponto de partida zero sobre o que se vai ensinar ou aprender. Todas as pessoas, sejam alunos ou professores, sempre sabem alguma coisa, mesmo que de modo implícito, do tema a ser trabalhado.

Neste sentido, é importante o professor ter uma atenção especial ao conhecimento prévio do aluno frente aos saberes. Estes devem ser gradativamente ampliados através do diálogo e da participação do estudante. A aprendizagem deve ser vista como um processo que envolve várias etapas na qual os conhecimentos dos alunos vão sendo gradativamente ampliados, reformulados e substituídos. E esse processo depende das relações que os estudantes são capazes de estabelecer entre o que já sabem e o que está sendo ensinado. Por isso, o conhecimento prévio é um dos principais aspectos que deve ser levado em consideração no processo educativo, sendo fundamental para os alunos e professores.

Partindo dessa perspectiva, as atividades propostas no espaço escolar precisam ser organizadas de modo a desafiar o pensamento do aprendiz, gerando conflitos cognitivos que façam pensar e reorganizar para alcançar novas respostas. Neste sentido, entende-se que construtivismo segue a concepção de educação problematizadora explicitada por Freire, na qual a educação baseia-se no diálogo entre educador e educando, em que o educador não é apenas quem educa, ao mesmo tempo em que educa o aluno, ele também é educado (FREIRE, 1987).

2.2 Seymour Papert e o construcionismo

Seymour Papert nasceu em 1928 em Pretória na África do Sul e faleceu em 31 de julho de 2016. Formou-se na Universidade de Cambridge, onde desenvolveu pesquisas em matemática de 1954 a 1958. Devido ao grande interesse pela área, optou pelo doutorado. De 1958 a 1963 trabalhou e conviveu com Piaget na University of Geneva. Seu objetivo era analisar o uso da matemática com a finalidade de entender como as crianças podem aprender e pensar. Em 1960 Papert afiliou-se ao MIT e fundou o laboratório de inteligência Artificial junto com Marvin Minsky.

Seymour Papert é um dos teóricos mais conhecidos da informática educativa. Também é conhecido como um dos principais pensadores sobre as formas que a tecnologia possa 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.

Também desenvolveu uma linguagem de programação chamada 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. A linguagem Logo, embora tenha sido feita para leigos, também envolve uma linguagem de programação profissional e parte basicamente da exploração de atividades espaciais, desenvolvendo conceitos numéricos e geométricos (PAPERT, 1986).

O autor Papert (1986) foi responsável por a criação do “construcionismo”, uma reconstrução teórica sobre o construtivismo piagetiano. Piaget (1977) acredita 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.

Outro ponto que Papert (2007) destaca em sua obra é em relação ao currículo escolar. Para ele não existe série apropriada para aprender determinado conteúdo, e que isso pertence a uma época pré-digital. Segundo ele, o conhecimento pode ser obtido quando necessário dependendo da necessidade de cada indivíduo. Papert (2007) buscou na informática educativa uma alternativa para propiciar mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos, apoiando-se em conceitos das escolas progressistas e construtivistas existentes na época.

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. Ele vê no computador motivação para o educador resgatar a criança que não tem bons rendimentos em sala de aula. O computador funciona como um instrumento que permite a interação de aluno-objeto, aluno-aluno e aluno-professor.

2.3 Tecnologias na Educação

O mundo contemporâneo está marcado por avanços na comunicação, na informática e por tantas outras transformações tecnológicas e científicas. Essas transformações trouxeram consigo vários impactos que, por sua vez, transformam a sociedade, seja nas formas de se comunicar, de produzir e se apropriar dos saberes. E essa forma de se comunicar também

chegou à escola, atingindo o processo de ensino por constantes mudanças. Segundo Perrenoud (2000), a escola não pode ignorar o que se passa no mundo, já que Tecnologias de Informação e Comunicação modificam não só as maneiras de se comunicar, mas também de estudar, de trabalhar, de decidir e de pensar.

Diante dessa realidade o que se espera é uma sociedade mais informada, conectada, de pessoas que sejam ativas, críticas e independentes, que saibam procurar e gerenciar as inúmeras informações, visando atender as necessidades de uma sociedade contemporânea e em constante transformação. A educação pode contribuir para esse perfil, conforme Fagundes (2011):

Tal paradigma [da informação e da comunicação, da sociedade do conhecimento] que afeta a educação poderá melhorar a qualidade de vida do planeta. Povos educados na nova cultura digital poderão apresentar graus de consciência superior, traduzidos em seus comportamentos e nas suas relações consigo mesmo, com os outros e com a natureza. E, ao ultrapassar essas hierarquias, poderão desenvolver a autonomia, mudanças de valores e construir uma nova ética que os conduzirá a novos caminhos da sobrevivência, do compartilhamento e da solidariedade.

A preocupação com o impacto que as mudanças tecnológicas podem causar no processo de ensino e aprendizagem impõe à área da educação a tomada de posição entre tentar compreender as transformações do mundo, produzir conhecimento pedagógico sobre ele e auxiliar o homem a ser sujeito da tecnologia, ou simplesmente dar as costas para a atual realidade da nossa sociedade baseada na informação (SAMPAIO; LEITE, 2000).

Partindo desse princípio, Mendes (2007) aponta que há um novo modelo de aprendizagem a partir das tecnologias e que a educação não pode mais seguir um modelo linear, formal, pois o processo educativo está presente por toda a vida, inclusive fora da escola. Dessa forma, necessita-se de uma escola na qual “se aprenda a aprender a construir um novo homem capaz de se adaptar a um ambiente de continua mudança” (MENDES, 2007, p. 70).

Para Borba e Penteadó (2010) as tecnologias podem gerar significativas mudanças no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o uso da informática na educação possibilita integrar os recursos da tecnologia da informação e da comunicação em um único equipamento chamado computador, que é um instrumento fundamental para potencializar a quebra da hegemonia entre as disciplinas e impulsionar a interdisciplinaridade. Ainda segundo o autor, a informática pode auxiliar de forma significativa na construção e na vivência da cidadania no ambiente escolar, favorecendo o trabalho multidisciplinar, compartilhado e ao mesmo tempo contribuindo para a formação do cidadão.

A interdisciplinaridade surge como uma metodologia que busca superar a fragmentação do conhecimento em prol de uma educação integradora, tornando a sala de aula um espaço aberto para o diálogo e debates relacionados a teoria e a prática (SHINOBU, 2014). Nessa lógica, D'Ambrósio (2012) defende que, para a melhoria da qualidade de ensino, a metodologia de ensino do professor deve ter relação entre a teoria e a prática para melhor compreensão por parte dos alunos, de modo que eles entendam o porquê de estudar aquele conteúdo, que faça sentido e seja significativo, proporcionando o espaço para o diálogo que é de extrema importância no processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, Cardoso (2009) defende o uso da pesquisa como metodologia de ensino para que o aluno possa estabelecer relação entre a teoria e prática. Ainda para a autora, o aluno ao iniciar uma busca de informações, compreende que a informação não é restrita ao professor e assim identifica os diversos meios disponíveis, como a biblioteca, livros, internet, entre outros. Entretanto, Cruz (2008) aponta que apenas coletar informações ao realizar uma pesquisa não gera conhecimento; para gerar conhecimento esta informação deve ser analisada, interpretada, compreendida, e também refletida pelo estudante.

De acordo com Valente (1999) existe duas possibilidades para se fazer uso do computador, a primeira é de que o professor deve fazer o uso deste equipamento para instruir os alunos e a segunda possibilidade é que o professor deve criar condições para que os alunos descrevam seus pensamentos, reconstrua-os e materialize-os por meio de novas linguagens, nesse processo o educando é desafiado a transformar as informações em conhecimentos práticos para a vida.

Na primeira ideia apontada, percebe-se a abordagem behaviorista, na qual o computador é planejado como uma máquina de ensinar. Nessa perspectiva, o computador é quem ensina o aluno, ou seja, ao invés de livro ou papel, é utilizado o computador. Já analisando a segunda ideia, percebe-se uma visão construtivista, na qual o conhecimento não é transmitido para o aluno, mas é construído. Sendo o computador uma ferramenta educacional na qual o aluno resolve problemas significativos. Portanto, entende-se que o computador deve-se ser utilizado em sala de aula partindo de uma visão construtivista, ou seja, um instrumento que auxilia na construção do conhecimento do aluno, permitindo o pensar, formular, tirar hipóteses e verificar suas conclusões e não como uma mera ferramenta de ensinar, transmitindo informação ao aluno.

Segundo Moran (2013) a identificação de iniciativas inovadoras com base nas tecnologias digitais pode contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Uma educação inovadora se apoia em um conjunto de propostas com alguns grandes eixos que lhe servem de guia e de base: o conhecimento integrador e inovador; o desenvolvimento da autoestima e do autoconhecimento (valorização de todos); a formação de alunos empreendedores (criativos, com iniciativa) e a construção de alunos cidadãos (com valores individuais e sociais) (MORAN, 2013, p. 13).

Ainda para o autor, a utilização das tecnologias contribui para que exista menos transmissão de conteúdos por parte dos professores.

As tecnologias cada vez mais estão presentes na educação, desempenhando muitas atividades que os professores sempre desenvolveram. A transmissão de conteúdos dependerá menos dos professores, porque dispomos de um vasto arsenal de materiais digitais sobre qualquer assunto. Caberá ao professor definir quais, quando e onde esses conteúdos serão disponibilizados, e o que espera que os alunos aprendam, além das atividades que estão relacionadas a esses conteúdos (MORAN, 2013, p. 32-33).

Assim, entende-se que o uso das tecnologias possibilita que seja modificada a forma de apresentação dos conteúdos, ou seja, ao invés de apenas receberem informações, os alunos interagem com o sistema, participando na construção de seu conhecimento. Sua utilização pode proporcionar novas maneiras de transmissão e articulação dos conteúdos trabalhado em sala de aula, por desafiar o aluno a pensar sobre o que está sendo feito, e levá-lo a associar os significados e as conjecturas sobre os meios utilizados e os resultados obtidos, conduzindo-o a uma mudança de compreensão em relação ao estudo. Entretanto, é preciso ressaltar que o computador ou qualquer outra tecnologia, por si só, não é agente de mudanças. A principal mudança deverá estar na prática do professor (BINOTTO; SÁ, 2014). Assim, torna-se necessário uma reflexão sobre o papel do professor frente às tecnologias para melhor poder contribuir com o processo de formação dos alunos.

2.4 Papel do professor frente às tecnologias

Diante as constantes transformações que se apresentam na atualidade, surgem novas possibilidades para o campo educacional, o que se faz necessário repensar sobre o papel do professor. Conforme Alarcão (2008, p. 16) “[...] a escola não detém o monopólio do saber. O professor não é o único transmissor do saber e tem de aceitar situar-se nas suas novas circunstâncias que, por sinal, são bem mais exigentes”. Segundo a autora, a escola tem que ser uma nova escola, na qual deve haver um pensamento flexível e um sistema aberto ao que a comunidade está inserindo.

Com a nova geração de estudantes, considerados nativos digitais, necessita-se de um novo formato de ensino adequado às suas demandas. Nesse sentido, é atribuída aos professores a atualização de suas práticas pedagógicas para que possam acompanhar o desenvolvimento das tecnologias e para que possam promover a inserção dessas novas ferramentas digitais em suas atividades, e ao mesmo tempo, acompanhar a evolução dos alunos (MORAN, 2015).

O professor neste contexto de mudança precisa saber orientar os educandos sobre onde colher a informação, como interpretá-la e como utilizá-la. Nessa perspectiva, o educador deverá atuar como mediador do conhecimento, de forma que os alunos aprendam os saberes escolares em interação com o outro, e não apenas recebam passivamente. Dessa forma, o papel do professor frente às novas tecnologias, não é mais o de transmitir informações, mas de colaborar, liderar, articular, dialogar e mediar os saberes. É o que preconiza Freire (1996, p. 25): “ensino não é a transferência do conhecimento, mas a criação das possibilidades para a sua produção ou para sua construção”.

Na visão de Garrido (2001), o papel de mediador do professor assume diferentes aspectos. É coordenador e problematizador nos momentos de diálogo em que os alunos organizam e tentam justificar suas ideias; aproxima, cria pontes favorecendo o processo de ressignificação e retificação conceitual; explica os processos e procedimentos de construção dos conhecimentos em sala de aula, tornando-o menos misterioso e mais compreensível para os alunos pensarem. Ainda para o autor, diante dessa postura de mediador do conhecimento, o professor está favorecendo a autonomia intelectual do aluno e preparando-o para atuar de forma competente, criativa e crítica como cidadão e profissional. Entretanto, Araújo (2004) ressalta que,

[...] não basta introduzir as mídias na educação apenas para acompanhar o desenvolvimento tecnológico ou usá-las como forma de passar o tempo, mas é preciso que haja uma preparação para que os professores tenham segurança, não só em manuseá-las, mas principalmente em saber utilizá-las de modo seguro e satisfatório, transformando-as em aliadas para a aprendizagem de seus alunos (ARAÚJO, 2004, p. 66).

Entende-se que os professores precisam conhecer as possibilidades e também os limites das tecnologias, estando preparados para utilizá-las como apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Partindo desse princípio, os cursos de formação continuada são condição necessária para a transformação da prática pedagógica do professor, pois é por meio do estudo, da pesquisa, da reflexão, do contato com novas concepções e experiências,

proporcionados pelos programas de formação continuada, que é possível refletir sobre o fazer pedagógico e aperfeiçoar a prática docente.

2.5 As tecnologias no ensino da Matemática

A disciplina de 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 Santos (2012) muitas das dificuldades encontradas podem ser decorrentes de várias ações pedagógicas. Uma possível causa segundo autor, pode ser referente à utilização das aulas expositivas como metodologia de ensino, na qual prioriza somente a apresentação do saber. Desta forma, os conteúdos são somente transferidos para os alunos com pouca ou nenhuma 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. Nessa perspectiva, D'Ambrósio (2012) aponta que:

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a 'sociedade do conhecimento'. A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto. Sobretudo ao se falar em ciências e tecnologia. Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e expectativas da sociedade. Isso será impossível de se atingir sem a ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicações dominarão a tecnologia educativa do futuro (D'AMBRÓSIO, 2012, p. 74).

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na educação matemática é um novo desafio na busca de qualidade de ensino. Estudos indicam que o professor que utiliza as tecnologias 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).

Na visão de Fiorentini e Lorenzato (2006), o uso das tecnologias no ensino da Matemática pode promover uma mudança na prática pedagógica e no modo de ver e estabelecer relação com a Matemática e o seu ensino. Nesse sentido, Magela (2008) apresenta

o uso das tecnologias no contexto educacional como um suporte que auxiliará na educação, fazendo com que o aluno tenha interesse e motivação para ir em busca da informação desejada. Considerando que cada pessoa possui um perfil cognitivo diferente, a escola não pode oferecer uma educação padronizada, mas sim, buscar garantir que cada estudante receba a educação que favoreça o seu potencial individual (GARDNER, 1995). Nessa direção, as tecnologias funcionarão como um recurso complementar das aulas, ou seja, ferramentas de apoio para auxiliar alunos de diferentes perfis cognitivos.

Atualmente existem uma grande quantidade de softwares educativos de Matemática que exploram os conteúdos da disciplina no ambiente virtual e que podem ser usados nas escolas como um recurso dinamizador das aulas. Os softwares educativos podem ser uma importante ferramenta para que o aluno adquira 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 o que está sendo ensinado, trazendo como resultado uma aprendizagem rica e dinâmica. Ainda conforme o autor, existem duas grandes vantagens da utilização de softwares no ensino de Matemática. A primeira se dá pelo seu apelo visual, pois as 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” (SILVA; CORTEZ; OLIVEIRA, 2013, p. 89).

Partindo desse ponto de vista Aguiar (2008) aponta que, o uso das tecnologias 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, a tecnologia no ensino da Matemática, pode ser uma grande aliada para o 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 de computador têm estabelecido uma nova relação aluno-professor, trazendo maior proximidade promovendo a

interação e a colaboração de ambos, e também de aluno-aluno. 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.

2.6 Robótica educacional

A robótica educacional surgiu por volta da década de 60, quando seu pioneiro Seymour Papert desenvolvia sua teoria sobre o construcionismo e defendia o uso do computador nas escolas como um recurso que chamava atenção das crianças. 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 de possibilitar um ensino em que as áreas do conhecimento se comunicam e são trabalhadas num mesmo projeto educativo, ou seja, promovendo um ensino interdisciplinar com base na construção de um ambiente de aprendizagem coletivo.

Considerando a Matemática como uma ciência abstrata e uma área que geralmente os alunos apresentam dificuldade em compreenderem seus conceitos, a robótica educacional surge para facilitar o entendimento dessa disciplina, relacionando o abstrato e a conceitual teoria com a prática, visando principalmente o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, uma competência estimulada por um ambiente onde há interação com robôs (D' ABREU, 2004).

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).

Além de possibilitar ao aluno o conhecimentos na área tecnológica, a robótica permite o desenvolvimento do raciocínio lógico; as relações interpessoais; a utilização de conceitos

aprendidos em diversas áreas do conhecimento; a investigação e a compreensão; a representação e comunicação; o trabalho com pesquisa; a resolução de problemas por meio de erros e acertos; a aplicação das teorias formuladas às atividades concretas; a utilização da criatividade em diferentes situações e a capacidade crítica, entre outros (ZILLI, 2004; LIEBERKNECHT, 2013; STEFANELLO et al., 2013).

Por trazer benefícios em prol do aprendizado, Santos, Nascimento e Bezerra (2010) defende sua utilização no processo de formação dos alunos. Para o autor, 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.

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 abordando temas para a discussão que promovam a interdisciplinaridade nas diferentes áreas do conhecimento tornando os alunos ativos no processo de aprendizagem.

De acordo com Pinho et al. (2010), para tornar o aluno ativo, o professor deve fazer com que seus alunos vivenciem situações que os façam refletir e gerar conhecimento para que, ao se depararem com situações imprevistas consigam buscar informações e avaliá-las para solucionar a situação apresentada. Já que a robótica educacional possibilita aos alunos vivenciarem experiências, testarem suas ideias e estabelecerem relações entre a teoria e a prática, ela torna-se uma interessante alternativa pedagógica para a compreensão de conceitos nas diferentes áreas do conhecimento.

Entretanto, é importante ressaltar que não basta o docente utilizar robótica como forma de garantir o aprendizado. Como qualquer outra tecnologia aplicada à educação, a robótica deve ser utilizada com critério e planejamento para que não se converta no ensino tradicional. Partindo dessa ideia, Bacaroglo (2005) ressalta que o fundamental em uma dinâmica de trabalho utilizando a robótica, é criar condições para a discussão e promover a abertura de diálogos, de modo que alunos e professores participem, apresentando sugestões na resolução de problemas.

Segundo os PCN's (BRASIL, 1998) a importância da resolução de problemas está no fato de possibilitar aos alunos mobilizarem os seus conhecimentos e desenvolverem a

capacidade de gerenciar as informações que estão dentro e fora da sala de aula, desenvolvendo sua autoconfiança.

Na visão de Onuchic (2004) a metodologia da resolução de problemas em educação matemática, visa tirar o aluno de sua postura passiva em sala de aula, para levá-lo a uma postura ativa e interessada, e rejeitar a noção de que a Matemática é algo pronto e acabado. Dessa forma, D'Abreu (2004) conclui que, a robótica educacional surge para facilitar o entendimento da Matemática, por relacionar a teoria com a prática, visando principalmente a capacidade de resolver problemas.

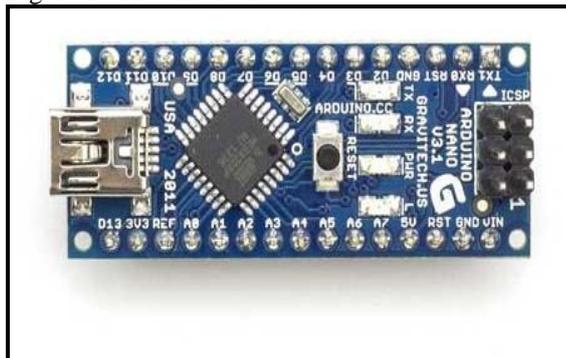
Portanto, pode-se constatar que a robótica educacional possui características didático-pedagógicas interessantes e motivadoras, capazes de proporcionar aos alunos e professores novas maneiras e possibilidades de aprendizagem por meio do uso da tecnologia.

2.6.1 Arduino: plataforma livre e barata 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 importante e pode ser aplicado na educação nos mais diversos níveis de ensino, auxiliando na criação de diversos projetos que necessitem da tecnologia (KALIL et al., 2013).

O Arduino é uma placa eletrônica de prototipagem com microcontrolador utilizada para criar projetos variados de maneira independente. O Arduino (Figura 1) é uma *single board* de *hardware* livre que, 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).

Para Cury e Hirschmann (2014), a utilização do Arduino contribui para a inteligência interpessoal (trabalhando em grupo com o Arduino para construir alguma aplicação) e para a inteligência lógico-matemática (trabalhando com a linguagem de programação do Arduino).

Por ser uma área tecnológica em expansão, cada vez mais surgem trabalhos com o uso do Arduino nas mais diferentes áreas do saber, como forma de estabelecer experiências concreta em relação aos conteúdos estudados e auxiliar na compreensão dos conceitos. A seguir são apresentados alguns deles, a saber:

Quadro 2 - Trabalhos relacionados ao uso da placa de Arduino

| TRABALHOS |
|---|
| JUNIOR, Jackson Roberto Rubin. <i>Microcontrolador Arduino no ensino de Física: Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema Luz e Cor</i> . Dissertação de mestrado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. |
| FILHO, Gilberto Fetzner. <i>Experimentos de baixo custo para o ensino da Física em Nível Médio usando a placa de Arduino-UNO</i> . Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. |
| Martinazzo, Clodomir A.; TRENTIN, Débora S.; FERRARI, Douglas. PIAIA, Matheus M. Arduino: Uma tecnologia no ensino da Física. <i>Perspectiva</i> . Erechim, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014. |
| OLIVEIRA, Alisson Lopes de. <i>Modelo Híbrido de aprendizagem utilizando a plataforma Arduino aplicado ao Ensino Tecnológico de Informática</i> . Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. |
| PINTO, Marcos de Castro. <i>Aplicação de Arquitetura Pedagógica em curso de Robótica Educacional com Hardware Livre</i> . Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. |
| NETO, BRENO D. <i>Aprendizagem de conceitos Físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com o uso da placa Arduino</i> . Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013. |
| AROCA, Rafael Vidal. <i>Plataforma Robótica de baixíssimo custo para robótica educacional</i> . Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012. |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

Dos sete trabalhos apresentados no quadro anterior, elege-se três para discutir na continuidade, como forma de ilustrar a presença da placa de Arduino para o processo de ensino aprendizagem.

O primeiro trabalho intitulado como *Microcontrolador Arduino no ensino de Física: proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema luz e cor*, trata-se de uma proposta didática aplicada em uma escola pública do ensino médio que introduz o microcontrolador Arduino nas aulas de Física para se trabalhar o conteúdo “luz e cor”. A intenção do autor de introduzir esse recurso é de provocar a curiosidade dos estudantes e despertar o caráter investigativo frente ao conteúdo trabalhado. Conclui-se que com a

atividade de utilização do microcontrolador nas aulas de Física possibilita a investigação, e permite ao estudante uma participação mais efetiva em seu processo de aprendizagem, despertando interesse e curiosidade dos estudantes, proporcionando crescimento conceitual e indícios de uma aprendizagem significativa.

No segundo trabalho intitulado como: *Experimentos de baixo custo para o ensino da Física em Nível Médio usando a placa de Arduino-UNO* é proposto pelo autor um conjunto de técnicas que possibilitam a construção de robôs de baixíssimo custo. Também são desenvolvidas ferramentas de programação baseadas em ambientes *web* que permitem o uso de computadores ou telefones celulares como unidades de controle de um robô, que pode ser programado e controlado remotamente. O trabalho foi validado experimentalmente por professores e alunos de várias disciplinas de graduação. Como análise dos dados da aplicação da proposta, foi confirmada a sua aceitação como ferramentas de apoio ao ensino.

O terceiro trabalho intitulado como *Modelo híbrido de aprendizagem utilizando a plataforma Arduino aplicado ao Ensino Tecnológico de Informática* descreve modelo híbrido de aprendizagem utilizando a plataforma de Arduino para o Curso Técnico em Informática. Essa proposta foi aplicada em na disciplina de programação WEB, no 2º e 3º trimestre de 2014. Conclui-se com a aplicação da proposta que, a plataforma de Arduino se enquadra no ensino tecnológico em função de ser uma moderna plataforma de programação, de baixo custo e fácil programação, em que se avaliar o desenvolvimento de competências transversais, o grau de envolvimento e a percepção dos alunos, o conhecimento técnico e a familiaridade no uso da plataforma Arduino.

Através desses três trabalhos é possível inferir que a placa de Arduino pode trazer significativas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos possibilitando um aprendizado contextualizado e significativo em relação aos conteúdos trabalhados.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO

Ao longo deste trabalho foi realizada a importância de promover reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Matemática, como alternativa de tornar significativo esse componente curricular na educação básica. Verificou-se a necessidade de propor alternativas metodológicas que contribuam para o desenvolvimento dos estudantes, tornando-os ativos no processo de construção do conhecimento.

Nesse contexto, as tecnologias podem contribuir efetivamente para otimizar a aprendizagem. Partindo desse pressuposto e com o objetivo de contextualizar o conteúdo para promover uma experiência concreta em relação ao estudo dos conceitos da função polinomial do 2º grau, foi construído pelo Laboratório do Grupo de Estudo e Pesquisa em Inclusão Digital (Gepid), da Universidade de Passo Fundo, um recurso tecnológico com o uso do Arduino.

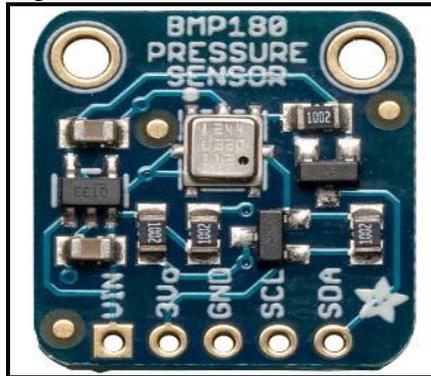
A seguir, será apresentado o método utilizado para a construção do recurso tecnológico e a sequência didática elaborada para o estudo, que constitui o produto educacional desta dissertação. Além disso, este capítulo descreverá os encontros realizados entre o professor-pesquisador e os estudantes, como forma de exemplificar a possibilidade didática de sua utilização no contexto escolar e também versará sobre a forma de avaliação da sequência didática. Os resultados da aplicação dessa sequência didática serão apresentados e discutidos no capítulo seguinte.

3.1 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 prototipado pelo grupo de estudos da Universidade de Passo Fundo (Gepid), um recurso tecnológico denominado de RT, como forma de contextualizar o ensino da Matemática e promover maior relação entre os conceitos Físicos e Matemáticos.

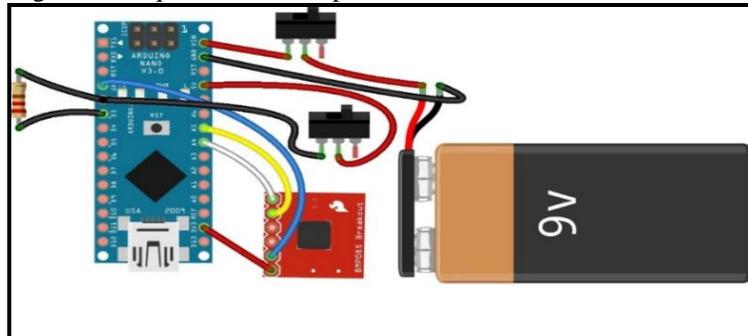
Com o lançamento desse RT é possível obter dados como altura e tempo. Para a sua construção, foram utilizados os seguintes componentes: Arduino Nano (Figura 1), sensor barométrico BMP180 (Figura 2), dois botões do tipo *switch* e uma bateria. A (Figura 3) representa o esquemático do dispositivo.

Figura 2 - Sensor BMP180



Fonte: Arquivo pessoal, 2016

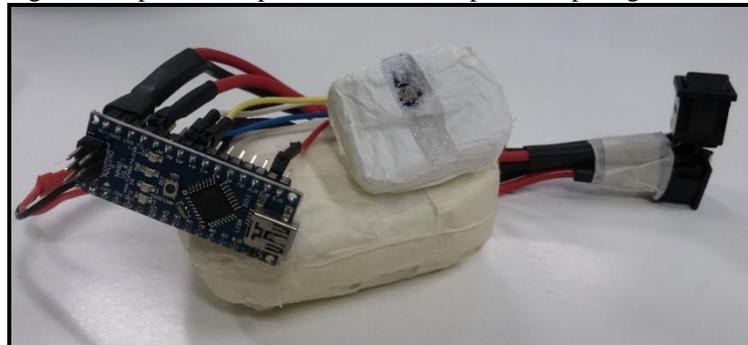
Figura 3 - Esquemático do dispositivo



Fonte: Arquivo pessoal, 2016

Uma vez montado o dispositivo (Figura 4), o sensor capta dados a cada 100 m e repassa ao 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, 2016.

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, 2016.

Esse dispositivo foi protegido e embalado (Figura 6) para que quando caísse no chão não fosse danificado.

Figura 6 - Dispositivo protegido e embalado



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Outra sugestão para obter a posição de um objeto em diferentes intervalos de tempo é através do software Tracker² que pode ser baixado gratuitamente.

3.2 Elaboração da sequência didática

A presente proposta de sequência didática visa desenvolver conceitos da função da função polinomial do 2º grau através da utilização de diferentes recursos tecnológicos como a robótica, planilha eletrônica e a simulação “*equation-grapher*” do simulador *Phet interactive simulations*³, como forma de promover maior compreensão e contextualização do conteúdo. Para tanto, organiza-se nas seguintes atividades:

- a primeira atividade consistiu no preenchimento do questionário de sondagem (Apêndice B), por parte dos alunos. Esse questionário teve como objetivo analisar o que eles aprenderam ou o que lembram sobre a função do 2º grau. Com essa atividade o professor pôde mensurar o nível de conhecimento dos alunos, informações que lhe auxiliaram na definição das atividades posteriores;
- na segunda atividade os alunos foram ao laboratório de informática e foi solicitado que pesquisassem e respondessem o Questionário de conceitos (Apêndice C). Esse questionário é referente a alguns conceitos físicos e também matemáticos que servirão de subsídio para as atividades posteriores;
- a terceira atividade consistiu na observação do lançamento de um recurso tecnológico (RT). Foram realizados alguns lançamentos do RT no pátio da escola e os alunos organizados em grupos responderam o Questionário da aula prática (Apêndice D);
- na quarta atividade os dados (altura *versus* tempo) capturados pelo Arduino, que está presente no RT, foram entregues para os alunos. Foi solicitado que a partir desses dados os alunos construíssem no papel quadriculado o gráfico da posição do RT;
- na quinta atividade foi entregue para cada aluno um Netbook para a construção do gráfico da posição do RT no software Calc do LibreOffice. Ao findar a tarefa cada grupo de alunos recebeu o Questionário de Interpretação (Apêndice E) para que respondesse, a fim de que interpretassem o gráfico construído;
- na sexta atividade, tendo como objetivo definir função polinomial do 2º grau, o professor construiu no quadro o gráfico e a partir do diálogo e participação dos alunos definiu os conceitos da função polinomial do 2º grau;

² Disponível em: <<http://physlets.org/tracker/>>.

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

- na sétima atividade cada grupo de alunos recebeu três situações-problema para resolverem (Anexo F). Após a conclusão desta atividade, os alunos foram levados ao laboratório de informática para que, através destas situações-problema, verificassem se os gráficos que foram construídos no papel quadriculado coincidiam com os gráficos gerados pelo simulador;
- na oitava atividade os grupos responderam um questionário *online* sobre as atividades realizadas com o objetivo de o professor verificar se a realização dessas atividades possibilitou maior significação em relação aos conteúdos estudados.

Na composição das etapas, desejou-se contemplar os elementos teóricos supracitados nos capítulos anteriores, bem como as tecnologias apropriadas no processo de formação dos alunos. Dessa forma, essa proposta de estudo volta-se para os seguintes conceitos da função polinomial do 2° grau: 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, a sequência contempla 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. Como referencial teórico para a estruturação didática das atividades, apoiou-se no referencial teórico apresentado no capítulo anterior, a partir de uma perspectiva construtivista.

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

Nesse sentido, percebe-se que o conteúdo funções é de grande importância para os alunos, pois além de servir para articular diferentes conteúdos matemáticos, também é utilizado para representar grandezas de outras áreas do aprendizado, contribuindo assim para diferentes abordagens interdisciplinares. Além disso, no futuro os profissionais das mais

diversas áreas como Administração, Agronomia, Engenharia dentre outras, poderão vir a fazer uso desses conceitos.

3.3 Aplicação em sala de aula

A sequência didática elaborada para essa pesquisa foi aplicada em uma turma diurna do 1º ano do ensino médio, de uma escola pública estadual do município de Passo Fundo- RS. A instituição atende estudantes do ensino médio e está localizada em um bairro de classe média alta do município. Atualmente apresenta em seu quadro em torno de mil e duzentos estudantes, oitenta e dois professores e dezoito funcionários, sendo que na escola também funciona o curso técnico em eletrônica.

A turma selecionada para a aplicação da sequência didática é composta por vinte e seis estudantes, sendo quatorze do sexo feminino e doze do masculino, de faixa etária entre quatorze e quinze anos.

Salienta-se que na referida turma o pesquisador não é o professor titular da disciplina de Matemática. A obra didática adotada é *Matemática: contexto & aplicações*, do autor Luiz Roberto Dante. 1 edição, editora Ática, 2013. Justifica-se a escolha da obra em virtude da decisão da escola.

No quadro 3, é apresentado o cronograma de aplicação da sequência didática. Nele é possível visualizar que a mesma teve duração de 5 encontros, totalizando 19 períodos com a duração de 50 minutos cada período.

Quadro 3 - Cronograma de aplicação da sequência didática

| Encontro | | Assuntos Discutidos |
|----------|------------|--|
| 1º | 3 períodos | - Apresentação dos alunos, do pesquisador e da proposta. - Questionário de sondagem. - Resgate de conhecimentos prévios da equação do 2º grau. |
| 2º | 3 períodos | - Pesquisa a partir do Questionário de Conceitos. - Socialização dos conceitos pesquisados em sala de aula. |
| 3º | 3 períodos | - Debate sobre o entendimento dos conceitos pesquisados. - Apresentação do Recurso Tecnológico (RT). - Questionário de aula prática. |
| 4º | 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 2º grau. |
| 5º | 5 períodos | - Resolução das situações-problema. - Validação dos resultados no simulador Phet. - Questionário de avaliação das atividades. |

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Para descrever a aplicação da sequência didática, segue a seguir o relato detalhado dos cinco encontros.

3.3.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro foi realizado na sala de aula dos alunos, onde foi apresentada a proposta de trabalho e encaminhado o termo de consentimento para a assinatura dos pais (Apêndice A). Foi ressaltada a necessidade do comprometimento e da responsabilidade de todos para o êxito das atividades. Logo após, entregou-se para os alunos um questionário de sondagem (Apêndice B) para que respondessem individualmente.

O objetivo da atividade no primeiro encontro era saber previamente o conhecimento da turma em geral, a fim de adequar, se necessário, as atividades posteriores. Essa atividade foi organizada considerando as ideias propostas por Moço (2008), que destaca a importância de propor uma atividade para verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre um tema como forma de planejar novas intervenções.

3.3.2 Segundo encontro

O segundo encontro deu-se 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, conforme Apêndice C. 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, assim, 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.

Essa atividade foi elaborada de acordo com as ideias de Coll et al (2001), o qual defende que o aluno aprende de forma significativa quando constrói um significado próprio para um objeto de conhecimento. Partindo desse ponto de vista, aprender significativamente não é copiar ou reproduzir informação, mas elaborar uma representação pessoal sobre algum objeto da realidade ou conteúdo que se pretende aprender.

3.3.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro tendo como objetivo retomar o entendimento dos conceitos pesquisados na aula anterior foi entregue novamente para os alunos o questionário de conceitos (Apêndice C) para que os alunos dialogassem e escrevessem com suas palavras o entendimento de cada conceito. É importante ressaltar que o professor-pesquisador já havia feito a explicação desses conceitos na aula anterior.

Posteriormente, os 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 o Questionário de Aula Prática (Apêndice D).

Essa atividade foi organizada conforme o proposto por D'Ambrósio (1996) que, em sua visão, para a melhoria da qualidade de ensino, a metodologia do professor deve ter relação entre a teoria e a prática para melhor compreensão por parte dos alunos, de modo que eles entendam o porquê estudar o conteúdo proposto, que faça sentido e seja significativo, proporcionando espaço para o diálogo que é de extrema importância para o processo de ensino e aprendizagem.

3.3.4 Quarto encontro

No quarto encontro os alunos foram levados para o pátio da escola onde cada grupo realizou o lançamento do RT. Em 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 recurso tecnológico 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 findar a tarefa, cada grupo recebeu o Questionário de Interpretação (Apêndice E) para que respondesse, a fim de que interpretassem o gráfico construído.

Concluída a atividade e tendo como objetivo definir os conceitos da função polinomial do 2º grau, o professor esboçou no quadro o gráfico que representava o lançamento do RT e questionou aos alunos sobre questões de interpretação referente ao gráfico como, por exemplo:

- Qual é a forma gráfica da função do 2º grau?
 - *Nesta questão os alunos devem responder que a função do 2º grau tem como forma gráfica uma parábola.*
- Qual é a concavidade da função?
 - *Os alunos devem concluir que o gráfico tem concavidade voltada para baixo.*
- Quais os intervalos de tempo em que a função é crescente e decrescente?
 - *Nesta questão os alunos precisam analisar o eixo x e assim responder os intervalos de tempo que a função cresce e decresce.*
- O que acontece com a altura do RT com o passar do tempo?
 - *O aluno deve perceber que a altura vai aumentando até alcançar seu ponto mais alto e depois diminui. Dessa forma, o professor concluirá com os alunos que a função é decrescente. Nessa questão também pode ser explicado o conceito de ponto máximo, ou seja, o maior ponto que a curva assume.*
- Quais os instantes em que o RT está no chão?
 - *Os alunos deverão analisar o gráfico e chegar à compreensão que, se o RT estava no chão significa que a sua altura é igual a zero. Assim, será explicado o conceito de zero da função ou raiz da função.*
- Em qual instante o RT atingiu a altura máxima? Qual é essa altura máxima?
 - *Nesta questão o professor define o conceito de coordenadas do vértice dando ênfase sobre a simetria da curva em relação a esse ponto. O aluno também deverá perceber que o ponto x_v representa o ponto médio entre as raízes ou zeros da função e que calculando a imagem desse ponto obtêm-se o y_v .*

- Observando o gráfico qual é o domínio e imagem da função?
 - *Para esta questão o aluno deve chegar a compreensão que o gráfico trata de dados referentes a fenômeno da natureza e que por isso não pode existir tempo negativo e nem altura negativa. Portanto, nesse caso o domínio e imagem da função só podem assumir valores positivos.*
- Em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e o eixo y ?
 - *Já nesta questão deverá ser retomado como é formado um ponto no plano cartesiano.*
- Qual é o motivo de quando lançamos o RT para cima após um determinado intervalo de tempo ele começa a cair?
 - *Os alunos devem associar à aceleração gravitacional.*

Com essas atividades realizadas no quarto encontro, espera-se que os alunos consigam compreender os principais conceitos da função polinomial do 2º grau e a sua relação com a física.

É importante destacar que neste momento não foi explicado nenhum conceito, e sim através do diálogo e a participação dos alunos construiu-se uma representação pessoal sobre esses conceitos, como, por exemplo, do cálculo de zero ou raízes da função (que é o tempo em que o RT se encontra no chão, ou seja, a altura do RT é igual a zero), as coordenadas do vértice (o x_v que representa o instante da altura máxima e que pode ser calculado pelo ponto médio entre as raízes da função) e o y_v (a altura máxima do RT).

3.3.5 Quinto encontro

O quinto e último encontro aconteceu no laboratório de informática. Para dar início as atividades o professor-pesquisador retomou alguns conceitos trabalhados na aula anterior e também foi pedido 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. Posteriormente cada grupo de alunos apresentou os seus achados, em que o professor interviu no entendimento, dialogando com os alunos, buscando compreensão das informações pesquisadas.

Em seguida, foram entregues para cada grupo de alunos três situações-problema (Apêndice F) 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 Phet⁴, que é um repositório de Objetos de Aprendizagem, contendo uma grande variedade simulações de diferentes áreas do saber, tais como Física, Matemática, Química, dentre outras. Nele, deveriam ir para a simulação *Equation- Grapher*⁵. 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 findar a tarefa, foi pedido que os alunos utilizassem o programa Phet para verificar se os gráficos que foram construídos nas situações-problema no papel quadriculado coincidiam com os gráficos gerados pelo simulador. Caso não coincidissem, era para o grupo dialogar e escrever o porquê da divergência.

Na última atividade cada aluno recebeu o questionário de avaliação das atividades para que respondesse individualmente, a fim de que o professor pudesse avaliar as atividades de acordo com a opinião dos alunos participantes.

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

⁵ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/equation-grapher>.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo destina-se a descrever os resultados da pesquisa realizada durante a aplicação da sequência didática, bem como apresentar e discutir os resultados. A análise desses dados foi realizada com o suporte do referencial teórico apresentado nesta dissertação, a partir de uma perspectiva construtivista, na qual não busca verificar apenas se a resposta está certa ou errada, mas valorizar o processo de construção do conhecimento do aluno.

4.1 A pesquisa

A pesquisa realizada no decorrer da aplicação do produto educacional caracteriza-se como de natureza qualitativa segundo o entendimento de Borba e Araújo (2013). De acordo com os autores, esse tipo de pesquisa fornece informações mais descritivas, que primam pelo significado dado às ações. Partindo dessa perspectiva, Bogdan e Biklen (1994) apresentam algumas características da pesquisa qualitativa:

1. A pesquisa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento principal, o que se constitui na primeira característica desse tipo de pesquisa. Assim, na investigação realizada, tanto os ambientes da escola como os demais ambientes utilizados fora dela se caracterizam como ambientes apropriados para a obtenção dos dados durante o trabalho.
2. A predominância de dados descritivos, sendo que os dados irão surgir das observações e registros realizados em diário de campo, das conversas entre professor/aluno, aluno/aluno, das transcrições de filmagens e fotografias dos ambientes de ensino e aprendizagem, entre outros ambientes pertencentes a essa natureza.
3. O processo deve ser mais importante que os resultados. Na investigação realizada é analisado o desenvolvimento das atividades, os procedimentos e o domínio dos estudantes bem como as atitudes e interações ocorridas durante as atividades desenvolvidas.
4. O significado que as pessoas atribuem às coisas, o que foi valorizado pela atenção aos relatos dos estudantes em seus diários de campo pessoais, nos quais registravam as reflexões, descobertas e dificuldades sobre o trabalho em desenvolvimento.

Os argumentos apresentados em torno da pesquisa qualitativa conduzem para a metodologia de investigação que serve de apoio para o desenvolvimento da presente pesquisa,

a qual busca responder ao questionamento inicial: De que maneira uma sequência didática apoiada em diferentes recursos tecnológicos contribui para a compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau? Buscando responder essa pergunta recorreu-se a diferentes instrumentos como forma de obter dados de diferentes perspectivas e contribuir para a análise dos dados: análise dos questionários respondidos pelos estudantes; o diário de bordo preenchido pelo professor/pesquisador ao final de cada encontro; áudio das gravações das aulas e entrevistas dos estudantes após o término de cada encontro.

O diário de bordo foi utilizado de acordo com o que propõe Zabalza (2004). Na visão autor, os diários de aula “são documentos em que professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo nas aulas”. (p. 13). Ainda para o autor, escrever um diário é como dialogar consigo mesmo, racionalizar uma jornada sobre todos os acontecimentos relevantes. Assim, entende-se por diários de bordo o espaço destinado a registros, anotações e reflexões individuais sobre determinado processo da aprendizagem.

As entrevistas foram realizadas no final de cada encontro com uma amostra de estudantes, os quais foram sorteados aleatoriamente através da chamada do professor, com o objetivo de conhecer algumas opiniões dos alunos sobre as atividades desenvolvidas.

Algumas das atividades desenvolvidas pelos estudantes individualmente ou em grupos de trabalho foram observadas, recolhidas e digitalizadas, tendo como finalidade buscar subsídios para responder ao questionamento desta pesquisa bem como analisar o entendimento dos estudantes frente aos conceitos trabalhados.

4.2 Análise dos dados coletados

A seguir são apresentadas a análise dos dados coletados a partir do uso de quatro instrumentos: o primeiro relacionado a análise dos questionários respondidos pelos estudantes; o segundo relacionado aos registros do professor no seu diário de bordo; o terceiro relacionado ao áudio das gravações das aulas; e por fim, o quarto associado às entrevistas dos estudantes no final de cada encontro.

4.2.1 Primeiro encontro

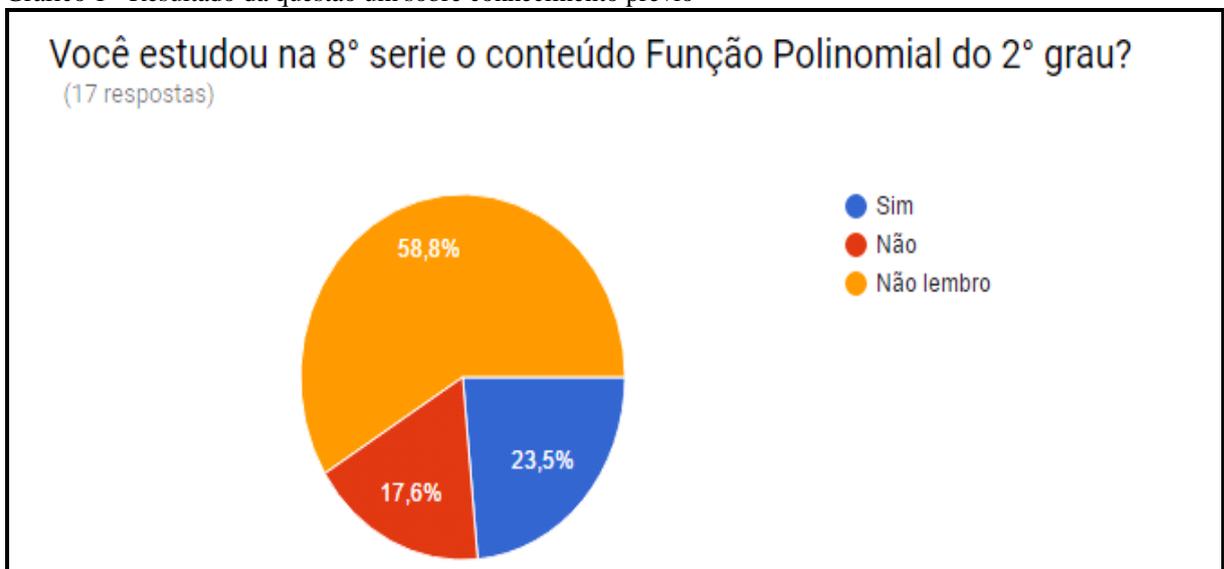
Neste primeiro encontro foram utilizados três instrumentos para a análise dos dados coletados: respostas dos estudantes, diário de bordo do professor-pesquisador e as entrevistas dos alunos.

4.2.1.1 Respostas dos estudantes

Na primeira atividade foi aplicado um questionário aos alunos com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios que os alunos deveriam possuir referente ao conteúdo função Polinomial do 2º grau, pois é um conteúdo que é estudado em turmas de 8º série no ensino fundamental.

A primeira questão objetivava saber dos alunos se eles lembravam de ter estudado o conteúdo função do 2º grau na 8º série. Abaixo é apresentado o resultado dessa questão.

Gráfico 1 - Resultado da questão um sobre conhecimento prévio

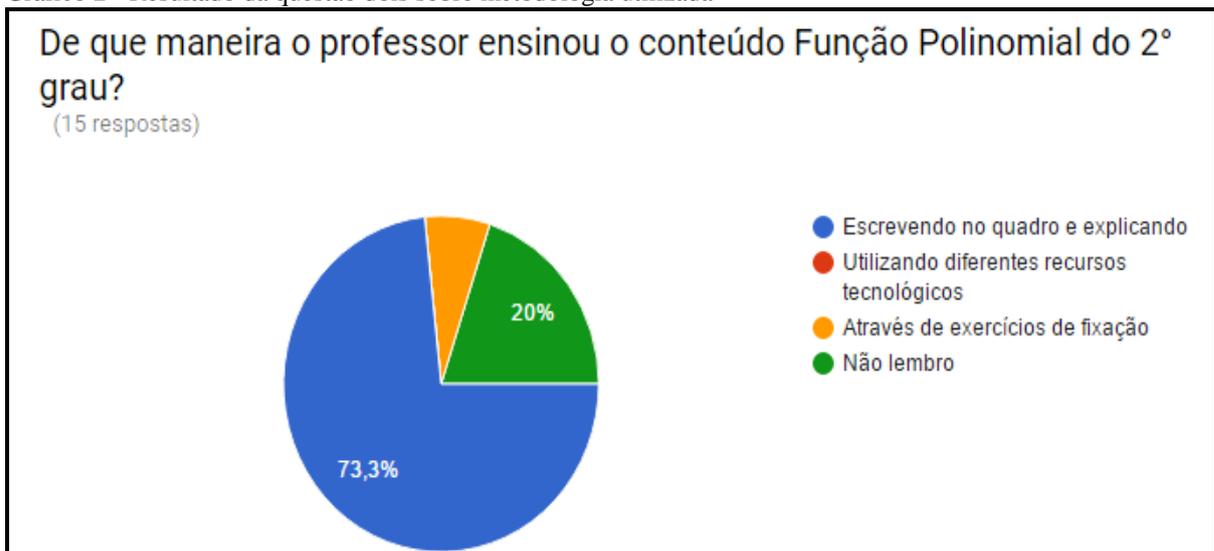


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Percebe-se pelas respostas dos estudantes que uma parte deles, ou seja, 58,8% dos alunos, não lembram se estudaram ou não o conteúdo Função Polinomial do 2º grau, contudo o conteúdo é visto na 8º série. Acredita-se que um dos motivos seja a maneira expositiva com que muitos dos conteúdos são trabalhados em sala de aula, ou seja, pela “aplicação de fórmulas” sem significação e relação dos conceitos, uma vez que essa forma de aprendizagem conduz a uma aprendizagem mecânica, na qual o aluno memoriza o conteúdo, que não sendo significativo para ele é armazenado de forma isolada, contribuindo assim para o esquecimento.

A segunda questão buscava conhecer a metodologia utilizada pelo professor para o ensino e aprendizado do conteúdo função polinomial do 2º grau. Segue abaixo o resultado desse questionamento.

Gráfico 2 - Resultado da questão dois sobre metodologia utilizada

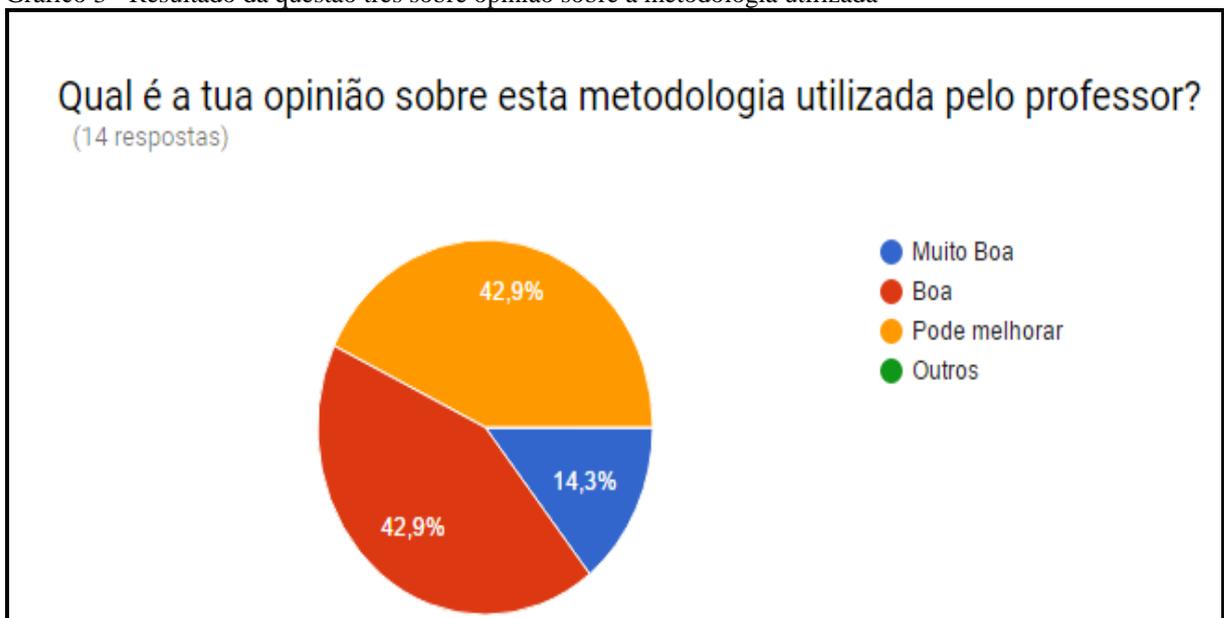


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Ficou evidente nessa questão a forma com que muitos conteúdos são trabalhados em sala de aula, ou seja, pela forma tradicional de ensino utilizando apenas quadro e giz. Acredita-se que essa seja uma das razões para 58,8% dos alunos não lembrarem se já estudaram ou não o conteúdo Função Polinomial do 2º grau, e 17,6% terem afirmado que não estudaram o conteúdo função do 2º grau na 8º série.

A terceira questão tem relação com a opinião dos alunos sobre a metodologia utilizada pelo professor, ao ensinar o conteúdo da função do 2º grau na 8º série. Segue abaixo o resultado desse questionamento.

Gráfico 3 - Resultado da questão três sobre opinião sobre a metodologia utilizada

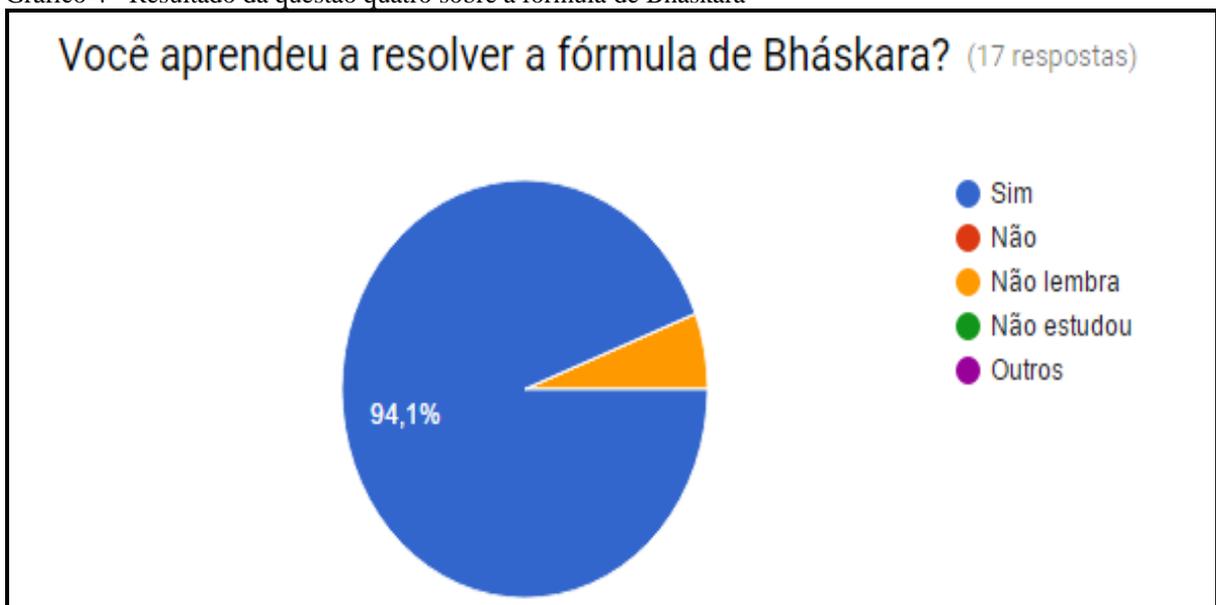


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Percebe-se pelas respostas dos alunos que a maioria, ou seja, 42,9% + 14,3% acreditam que a metodologia tradicional está boa ou muito boa, contudo os dados da primeira questão apontam que 58,8% não lembram se estudaram ou não o conteúdo. Essa questão remete ao perfil dos estudantes, os quais demonstram ser agentes receptores (passivos) de informações a agentes responsáveis pela geração de seu conhecimento (ativos), isto é, eles possuem um perfil mais passivo do que ativo, pois preferem ser submetidos à metodologia em que o professor repassa informação. Dessa forma, pode-se concluir que a aprendizagem mecânica não é duradoura, tanto que um ano após o estudo do conteúdo função do 2º grau os alunos sequer lembravam de ter aprendido o conteúdo.

A quarta questão queria saber, por parte dos alunos, se eles sabiam resolver uma equação do 2º grau. Segue abaixo o resultado desse questionamento.

Gráfico 4 - Resultado da questão quatro sobre a fórmula de Bháskara

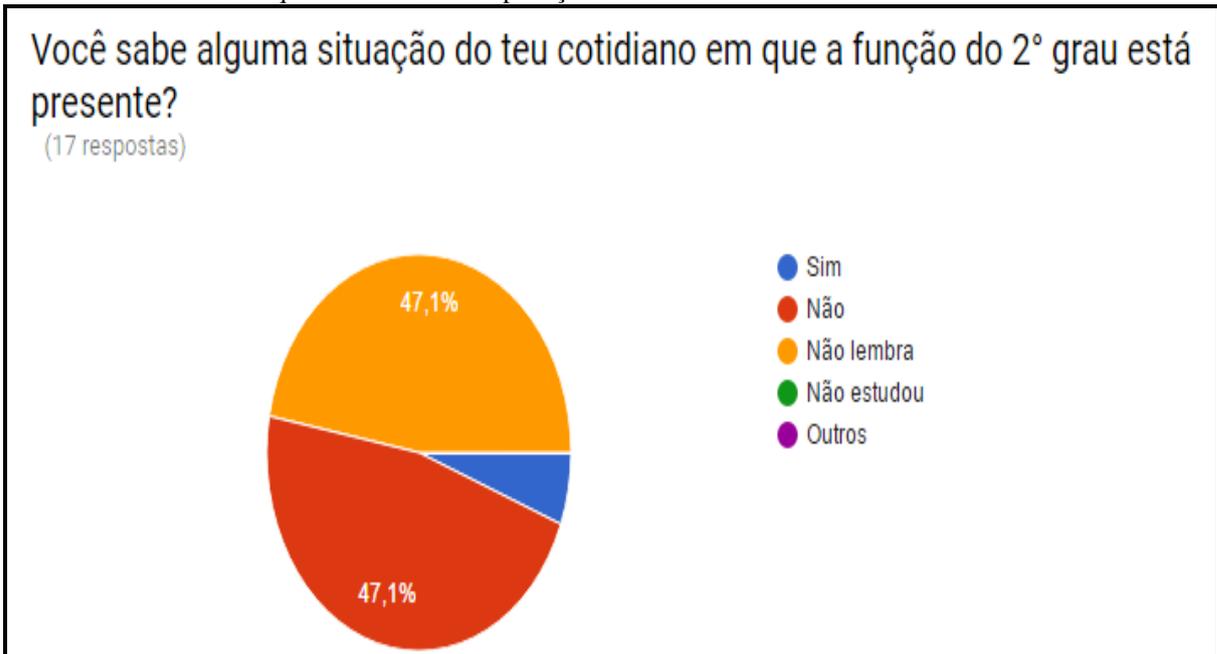


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Infere-se pelas respostas dos alunos que quase a totalidade dos alunos, ou seja, 94,1% aprenderam resolver a fórmula de Bháskara. Também ficou evidente que a fórmula de Bháskara os alunos lembram que aprenderam, entretanto na primeira questão que questionava se os alunos já tinham estudado o conteúdo função polinomial do 2º grau (58,8% + 17,6%) responderam que não lembram ou que não estudaram o conteúdo. Assim, pode-se concluir que aproximadamente a totalidade dos alunos estudou o conteúdo função do 2º grau na 8ª série e geralmente a ênfase dada ao conteúdo é voltada à aplicação de fórmulas.

A quinta questão objetivava saber se os alunos conheciam alguma situação do cotidiano em que a função do 2º grau está presente, ou seja, alguma aplicação do conteúdo.

Gráfico 5 - Resultado da questão cinco sobre aplicação do conteúdo no cotidiano



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Os dados mostram que grande parte dos estudantes, ou seja, 47,1% + 47,1%, não sabem ou não se lembram de alguma situação do cotidiano que tenha relação com o conteúdo função do 2º grau. Porém, os dados apresentados na questão anterior evidenciam que para aproximadamente 50% dos estudantes a metodologia tradicional está boa ou muito boa. Acredita-se que esses percentuais de alunos são mais receptivos à utilização da metodologia tradicional, dando preferência a aulas expositivas e a realização de exercícios como forma de aprendizado. Com essa questão confirma-se novamente a hipótese de que os alunos aprendem fórmulas e algoritmos, no entanto, desconhecem a sua aplicação. Acredita-se que esse é um dos motivos no qual muitos alunos possuem dificuldade em entender a disciplina de Matemática, por ser uma matéria comumente abstrata, ligada apenas a cálculos e fórmulas, contribuindo para a desmotivação e desinteresse nas aulas.

A sétima e última questão solicitava que os alunos resolvessem a seguinte questão:

Se você já estudou a função polinomial do 2º grau, $y = x^2 - 7x + 6$, calcule:

- Os zeros da função;*
- As coordenadas do vértice;*
- Construa o gráfico da função.*

Na questão “a” solicitava que os alunos calculassem o zero da função. Alguns alunos questionaram o professor sobre “como calcular o zero da função”, “que conta deveriam fazer”. Então foi explicado o objetivo da atividade, em que eles deveriam responder apenas o que sabiam, e posteriormente eles seriam auxiliados pelo professor nessa atividade.

Infere-se pelas respostas dos 17 alunos que responderam o questionário que 58,82% dos alunos não apresentaram dificuldade em resolver a fórmula de Bháskara, acertando o cálculo. Já 23,52% dos alunos escreveram que não lembravam de como resolver e deixaram a questão sem responder. E 17,66% dos alunos resolveram a fórmula de Bháskara, mas não acertaram o cálculo.

Já na questão “b” solicitou-se que os alunos calculassem as coordenadas do vértice. Somente 23,52% dos alunos conseguiram calcular corretamente as coordenadas do vértice, 41,17% dos alunos resolveram a questão, mas não encontraram a resposta correta e 35,31% dos alunos escreveram na questão que não lembravam de como resolver.

Na questão “c” era solicitado aos alunos que construíssem o gráfico da função. Somente 17,64% dos alunos conseguiram construir o gráfico da função corretamente, 11,76% dos alunos construíram o gráfico da função de forma incorreta e 70,6% dos alunos responderam que não sabiam construir o gráfico.

Foi possível perceber, através das respostas dos alunos que, a metodologia tradicional de ensino geralmente é a mais utilizada no contexto escolar, e que esta produz pouca significação dos conceitos escolares. Esse tipo de ensino remete à educação bancária criticada por Paulo Freire. Para Freire (1987), nesse tipo de educação não há saber envolvido, onde os professores depositam, transferem, transmitem valores e conhecimentos, porém os alunos não aprendem, eles apenas arquivam o que é transmitido pelo professor. Assim, é possível afirmar que os alunos que responderam que não estudaram ou não lembravam se estudaram o conteúdo na 8^o série, receberam informações pacientemente do professor, e “arquivaram informações” e que como não produziu significação, levou ao esquecimento.

4.2.1.2 Diário de bordo do professor

Analisando a última questão, 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 pelos estudantes é referente entendimento dos conceitos da função polinomial do 2^o grau, ou seja, eles sabiam que o cálculo do zero da função era feito utilizando a fórmula de Bháskara, contudo não sabiam a razão. Outra observação realizada com as questões propostas é que todos os alunos conheciam as fórmulas (Bháskara, 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.

De acordo com Freire (1987), na metodologia tradicional de ensino os alunos não realizam transformações, pois não desenvolvem a sua criatividade e o seu senso crítico. Com essa atividade ficou visível que os alunos conheciam as fórmulas, sabiam resolvê-las sendo que o objetivo era “encontrar um valor”, mas não sabiam refletir e avaliar se o resultado estava de acordo com a questão.

Segundo Franco (1995) Piaget distinguiu dois tipos de aprendizagem. Uma delas é mais limitada, sendo aquela que nos faz “saber fazer algo” ou “obter êxito em uma tarefa”, ou seja, aquela aprendizagem que produz algo mecânico, que não traz compreensão do que estamos fazendo. Já a outra trata-se de uma aprendizagem que nos leva a compreender algo, um seja, uma aprendizagem que consiste na construção (ou reconstrução) de um conhecimento e que por isso é uma aprendizagem geradora de conhecimento.

Assim, é possível concluir que o método tradicional não instiga os alunos a pensar, a refletir e a verificar se os resultados obtidos estão de acordo com o problema, apenas ensina a “obter êxito em uma tarefa”, ou seja, a solucionar um algoritmo sem produzir significação. E que esse tipo de aprendizagem não é capaz de contribuir para a formação do aluno.

Posteriormente, os alunos entregarem o questionário de sondagem, o professor-pesquisador percebendo que alguns alunos possuíam dificuldades na resolução da equação do 2º grau, achou necessário retomar alguns conceitos, como por exemplo, zero da função ou raízes da função, onde os alunos foram auxiliados a verificar se os valores encontrados pela fórmula de Bháskara estavam corretos, ou seja, quando substituíssem na equação o valor encontrado deveria ser zero. Foi possível perceber que a explicação de substituir os valores encontrados na equação ajudou no entendimento do conceito de zero da função, em que um aluno relatou “*então professora é só a gente substituir os valores encontrados na Bháskara e obrigatoriamente deverá ser zero, acho que agora entendi porque se chama de zero da função*”. Percebe-se pela fala do aluno que ele apenas assimilou as informações repassadas pelo professor de que se calcula o zero da função utilizando a fórmula de Bháskara, contudo o aluno não sabia o motivo.

Outro aluno também informou que sentia muita dificuldade em resolver Bháskara, que sempre errava o sinal na conta e questionou se existia outra maneira para resolver a equação do 2º grau. Então o professor-pesquisador explicou que também poderia encontrar os valores a partir da soma e do produto das raízes da equação. Um aluno questionou: “*dá certo professora? Parece menos complicado*”, dessa forma foi solicitado que os alunos

substituísem os valores na equação do 2º grau para que verificassem se realmente estavam corretos. Outro aluno complementou: *“muito legal, está mais acessível professora”*.

Depois da explicação à turma, foram solicitados alguns exercícios para que tentassem resolver a equação do 2º grau a partir da soma e do produto das raízes da equação. E os alunos foram chamados no quadro para que resolvessem as equações propostas. Foi possível perceber o entusiasmo dos alunos em descobrir uma maneira diferente de resolver a equação do 2º grau, pois segundo eles dava até para verificar se os valores encontrados da Bháskara estavam corretos, pois era um cálculo simples e menos complicado.

Como foi percebido que foram pequenos os índices de acertos referentes às questões “b” (cálculo das coordenadas do vértice) e “c” (construção do gráfico da função do 2º grau), foi explicado para os alunos que durante a semana desenvolveríamos oito diferentes atividades tendo como objetivo auxiliar no entendimento nos conceitos da função do 2º grau.

4.2.1.3 Entrevistas dos estudantes

A seguir são apresentadas algumas respostas obtidas da entrevista do professor pesquisador com os alunos no final da atividade, a saber: *“Achei interessante essa maneira que aprendemos a resolver a equação do 2º grau pela fórmula de soma e produto, é muito mais simples e rápida”*; *“sempre tive muita dificuldade em entender Matemática, mas hoje consegui entender o porquê calculamos zero da função utilizando a fórmula de Bháskara”*; *“a fórmula de soma e produto nos ajudará até a verificar se os resultados da fórmula de Bháskara estão corretos, eu sempre erro no sinal”*.

É possível concluir, a partir das entrevistas dos estudantes, que é importante ensinar os conteúdos utilizando diferentes maneiras de pensar, de raciocinar e também auxiliar o aluno a verificar se as respostas encontradas estão de acordo com o problema proposto, considerando que a sala de aula é um espaço onde existem alunos com diferentes vivências, culturas, estilos de aprendizagem, facilidades e também dificuldades. Gardner (1995) contribui com a ideia de que, na visão do autor, cada pessoa aprende de uma maneira diferente, de acordo com a sua inteligência específica. Segundo o autor, cada indivíduo tem perfil cognitivo diferente, e que por isso, a escola não deve oferecer uma educação padronizada, mas, assim, buscar garantir que cada estudante receba a educação que favoreça o seu potencial individual.

4.2.2 Segundo Encontro

No segundo encontro foram utilizados dois instrumentos para a análise dos resultados: o diário de bordo do professor-pesquisador e as entrevistas dos estudantes.

4.2.2.1 Diário de bordo do pesquisador

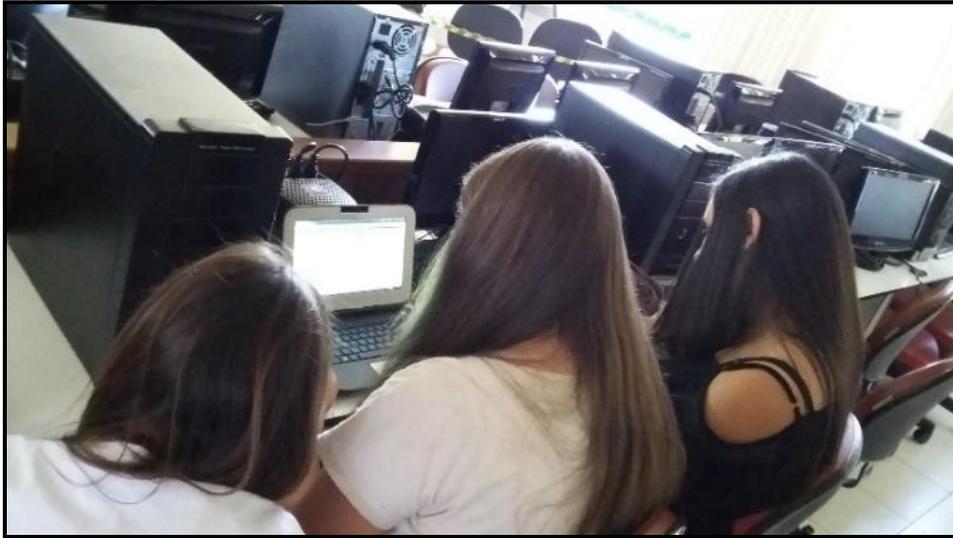
O segundo encontro foi realizado no laboratório de informática da escola, e foi solicitado que os alunos se reunissem em grupos de no máximo 3 alunos para a realização das atividades. Estavam presentes na atividade 17 alunos e assim foram formados cinco grupos de três alunos e um grupo com dois alunos.

Foi entregue para cada aluno um netbook e o questionário de conceitos (Apêndice C) para cada grupo. 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 tal qual foram encontradas nos sites. A intenção era que eles refletissem, a partir dos conteúdos pesquisados em diferentes sites na internet, e assim elaborassem 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.

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 havia explicado sobre o objetivo da atividade, percebeu-se que no momento que os alunos apresentaram seus achados que eles não sabiam explicar sobre o que estavam lendo, ou seja, apenas reproduziram a informação tal qual como encontrada nos sites pesquisados.

Dessa forma, foi necessário o professor-pesquisador intervir com questionamentos explicando sobre o significado de realizar uma pesquisa, que não era simplesmente copiar a informação e sim produzir conhecimento, entender o que está escrito. Assim, um aluno colocou que eles precisavam de maior tempo para dialogarem com os colegas, 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.

Figura 7 - Grupos de alunos pesquisando os conceitos.



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Figura 8 - A turma de alunos realizando a atividade



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

4.2.2.2 Entrevistas dos estudantes

A seguir são apresentadas algumas respostas obtidas da conversa do professor com os alunos no final da atividade, a saber: *“Com essa atividade entendemos o que significa pesquisar, é claro que era bem mais fácil a gente copiar a informação, mas pesquisa não é isso”*; *“essa atividade me ajudou bastante, pois eu já tinha estudado esses conceitos, mas muitos deles eu não lembrava porque não tinha entendido”*; *“pesquisar é uma coisa e entender a informação pesquisada é outra”*.

É possível observar pelos comentários dos estudantes que eles distinguem o conceito de pesquisar: copiar a informação/entender o que está escrito. De acordo com Valente (1999)

existem duas possibilidades para se fazer uso do computador, a primeira é de que o professor deve fazer o uso para instruir os alunos e a segunda possibilidade é que o professor deve criar condições para que os alunos descrevam seus pensamentos, reconstrua-os e materialize-os por meio de novas linguagens, nesse processo o educando é desafiado a transformar as informações em conhecimentos práticos para a vida.

Foi possível observar na atividade que, para muitos alunos o conceito de “pesquisar” era copiar a informação, ou seja, o computador utilizado como máquina de escrever na qual somente reproduz a informação. Sendo que o objetivo da atividade não era esse, foi necessário o professor intervir levando os alunos a refletirem sobre o conceito de pesquisar partindo de outra perspectiva, na qual o aluno possa reconstruir o seu conhecimento. Dessa forma os alunos foram orientados a utilizar o computador a partir da concepção construtivista, como um instrumento de aprendizagem, em que o aluno atua e participa de seu processo de construção do conhecimento de forma ativa, interagindo com o instrumento de aprendizagem elaborando o seu próprio conhecimento.

Também é possível observar na resposta de um dos estudantes (*“Essa atividade me ajudou bastante, pois eu já tinha estudado esses conceitos, mas muitos deles eu não lembrava porque não tinha entendido”*), que ele reconhece que quando não entendemos algum conceito, ou seja, quando não assimilamos aos demais conhecimentos, acabamos esquecendo. Nesse sentido, o principal papel da escola deve voltar-se a uma aprendizagem significativa dos conteúdos. Segundo Solé e Coll (1999, p. 22-20) o conceito de aprendizagem significativa é central na perspectiva construtivista. De acordo com os autores, a palavra “construção” está sendo utilizada no sentido de “atribuir significados pessoais” a um “conhecimento que existe objetivamente”, em particular aos conteúdos escolares.

Assim, entende-se que apenas coletar informações ao realizar uma pesquisa não gera conhecimento; para gerar conhecimento esta informação deve ser analisada, interpretada, compreendida, e também refletida pelo aluno (CRUZ, 2008). E que é somente uma aprendizagem significativa é capaz de contribuir para a formação do aluno, ou seja, uma aprendizagem capaz de atribuir significados pessoais e estabelecer relações aos demais conhecimentos.

4.2.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro foram utilizados três instrumentos para análise dos resultados: as respostas dos estudantes, diário de bordo do pesquisador e o áudio das gravações das aulas.

4.2.3.1 Respostas dos estudantes

Segundo Peranzoni (2011), na proposta construtivista, avaliar é acompanhar e valorizar todo o processo de construção de conhecimento do aluno, sendo as observações utilizadas para acompanhar o desenvolvimento dos educandos e ajudá-los em suas eventuais dúvidas, preparando-os para superar as dificuldades. Partindo dessa perspectiva, entende-se que na proposta construtivista a avaliação deva ser sempre contínua, de forma a entender os vários momentos de desenvolvimento do aluno.

Tendo como objetivo entender o pensamento dos alunos sobre os conceitos pesquisados na aula anterior e auxiliar na aprendizagem deles, foi entregue novamente o questionário de conceitos (Apêndice C) para que cada grupo de alunos respondesse conforme os seus entendimentos. Posteriormente, cada grupo apresentou o entendimento de cada conceito.

Na primeira questão os alunos não tiveram dificuldades em responder a questão, conforme mostra a figura 9, que traz a resposta de dois grupos de alunos.

Figura 9 - Resposta dos alunos referentes ao conceito de grandeza

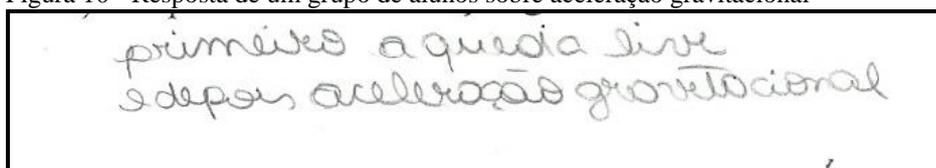
| | |
|--|--|
| <p>a) O que é uma grandeza física? Cite 3 exemplos.</p> <p>São grandezas que podem ser medidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - massa - velocidade - tempo | <p>a) O que é uma grandeza física? Cite 3 exemplos.</p> <p>Tudo aquilo que pode ser medido</p> <p>ex: altura, tempo, comprimento</p> |
|--|--|

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Já na segunda questão, dois grupos apresentaram dificuldades no entendimento do conceito de aceleração gravitacional.

Um dos grupos lembrou que o conceito de aceleração gravitacional está relacionado com a queda livre, contudo quando questionado, o grupo, não soube descrever a relação entre os conceitos, conforme mostra a figura 10.

Figura 10 - Resposta de um grupo de alunos sobre aceleração gravitacional



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Questionando os demais alunos e percebendo que nenhum deles sabia explicar a relação entre os conceitos de queda livre e aceleração gravitacional, foi necessário o

professor-pesquisador intervir através de questionamentos. A seguir são apresentadas algumas transcrições de áudios gravados das conversas entre o professor e o aluno:

4.2.3.2 Áudio das gravações das aulas

Professor: *Se eu efetuar o lançamento de uma borracha e uma caneta, quem cai primeiro?*

Aluno A: *É claro que a borracha é mais pesada irá cair primeiro.*

Professor: *Se eu efetuar o lançamento de duas borrachas com o mesmo peso?*

Aluno A: *Elas irão cair ao mesmo tempo.*

Professor: *Lembram que a gente estudou as teorias propostas por Aristóteles e por Galileu Galilei. Que o primeiro físico ao estudar queda dos corpos foi Aristóteles, que afirmava que se duas pedras caíssem da mesma altura, a mais pesada atingiria o solo primeiro. E que mais tarde Galileu Galilei repetiu o mesmo experimento na torre de Pisa abandonando duas esferas de pesos diferentes e verificou que elas chegaram ao solo no mesmo instante. Ele percebeu que existia a ação de uma força que retardava o movimento do corpo, e assim, ele lançou a hipótese de que o ar exercesse grande influência sobre a queda de corpos. Partindo desse princípio, foi elaborada a teoria dos corpos em queda livre: “Que quando dois corpos quaisquer são abandonados, com resistência do ar desprezível, da mesma altura o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam pesos diferentes. O movimento de queda livre se trata de um movimento acelerado (MRUV), pois sofre a ação da aceleração da gravidade”.*

Aluno A: *Não está certo professora. Vamos efetuar dois objetos diferentes como uma folha de papel e uma caneta. O que acontece? A caneta cai primeiro certo professora?*

Professora: *Sim, mas e se desprezamos a resistência do ar?*

Aluno A: *Estou vendo que a caneta cai primeiro, não consegui entender.*

Professora: *Só chamamos de queda livre a queda dos corpos desprezando a resistência do ar. Se houver resistência do ar não será queda livre.*

Aluno A: *Hum, entendi professora.*

4.2.3.3 Diário de bordo do professor

Acredita-se que um dos motivos pelo qual os alunos não conseguiram relacionar a queda livre com a aceleração gravitacional decorre do conhecimento empírico, na qual os alunos concordavam com a hipótese proposta por Aristóteles na qual o objeto mais pesado iria

cair primeiro. Outra dificuldade percebida é que os alunos não associaram queda livre desconsiderando a resistência do ar, ou seja, lançamento do corpo no vácuo.

4.2.3.4 Respostas dos estudantes

Outro grupo também encontrou dificuldade para escrever com suas palavras o conceito de aceleração gravitacional, como pode ser visto na figura 11.

Figura 11 - Resposta de um grupo de alunos sobre o conceito de aceleração gravitacional

É a gravidade que nos mantém presos na Terra.

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Quando o grupo foi questionado eles relataram dificuldade em escrever com suas palavras, mas que queriam dizer que é a força gravitacional que nos mantém atraído ao centro da Terra.

Sobre o conceito de função, a maioria dos grupos apontaram a relação de dependência entre as grandezas como mostra a figura 12. Também é possível observar que um dos grupos apresentou dificuldade na escrita, pois não existe “porção que dependa de outra porção”.

Figura 12 - Resposta de dois grupos de alunos sobre o conceito de função

c) Pesquise sobre o conceito de função e cite 3 exemplos.

Quando uma porção depende da outra
 ex: Trabalho = salário
 Taxa = Km rodadas
 Quantidade de alimento = R\$

c) Pesquise sobre o conceito de função e cite 3 exemplos.

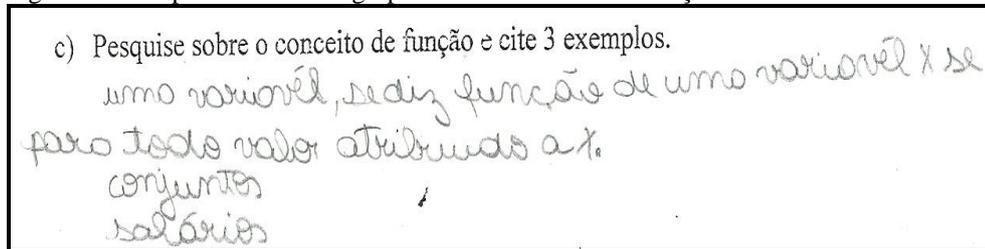
Função: é quando uma grandeza depende da outra.

- O valor do salário que eu irei receber é equivalente aos dias que irei trabalhar.
- Quanto mais produtos irei comprar no supermercado, maior será o total a pagar.
- Quanto mais litros de gasolina for abastecido num automóvel, maior será o valor cobrado.

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Um único grupo apresentou dificuldade no entendimento do conceito de função como mostra a figura 13.

Figura 13 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de função



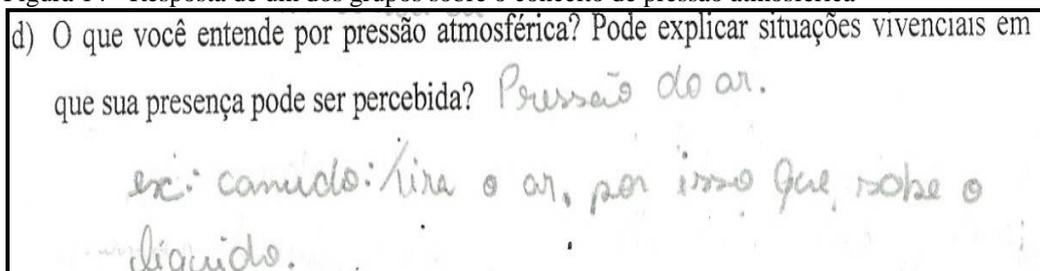
Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Quando questionando, o grupo apontou que o conceito de função está relacionado ao valor atribuído a “variável x ”, ou seja, o valor numérico da função no qual o valor de x pode assumir qualquer valor. O professor-pesquisador percebendo dificuldade no entendimento do conceito, questionou os demais grupos sobre essa resposta. Dessa forma, um aluno apontou que o conceito de função implica na relação entre duas grandezas, que não teria sentido somente atribuir valores para x sem ter o y . Com o ponto de vista de cada grupo de alunos foi retomado o conceito de função através de alguns exemplos para que os alunos pudessem entender a relação entre duas grandezas e não associassem somente ao valor numérico da função.

Sobre o conceito de pressão atmosférica foi possível perceber que cada grupo apresentou um entendimento e um exemplo diferente sobre o conceito.

Na figura 14 é possível perceber que um dos grupos não concluiu a ideia sobre o conceito de pressão atmosférica. Também é possível perceber que o grupo apresentou dificuldade ao escrever com suas palavras, pois o canudo não tira o ar. O grupo, ao ser questionado, justificou que eles entenderam o exemplo, mas que era difícil explicar e escrever. O professor-pesquisador percebendo a dificuldade apresentada pelo grupo e pelos demais alunos, fez a experiência com um copo e um canudinho, explicando o exemplo trazido pelos alunos.

Figura 14 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Na figura 15, é possível perceber que outro grupo de alunos respondeu corretamente o conceito de pressão atmosférica, apresentando uma situação na qual dependemos para a nossa sobrevivência, a respiração.

Figura 15 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica

d) O que você entende por pressão atmosférica? Pode explicar situações vivenciais em que sua presença pode ser percebida?

Entendo que é a pressão que envolve o ar no planeta Terra.
Uma das situações vivenciais, é quando respiramos, pois é através dela que conseguimos respirar.

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Na figura 16, é possível perceber que os alunos não souberam explicar o conceito de pressão atmosférica, contudo apresentaram um exemplo correto sobre o conceito, apresentando a ideia de que a pressão atmosférica sofre variações conforme as altitudes.

Figura 16 - Resposta de um dos grupos sobre o conceito de pressão atmosférica

d) O que você entende por pressão atmosférica? Pode explicar situações vivenciais em que sua presença pode ser percebida?

quanto mais alto for algum lugar, menor pressão na
ter. e quanto menor a altura, maior a pressão.

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Quanto a representação dos pontos no sistema cartesiano, todos os grupos responderam à questão corretamente, evidenciando os eixos cartesianos x e y . Como mostra a figura 17.

Figura 17 - Resposta dos grupos de alunos sobre a representação dos pontos no sistema cartesiano

2- Como é feita a representação dos pontos no sistema de eixo cartesiano?

Primeiro o eixo x e depois o eixo y .

2- Como é feita a representação dos pontos no sistema de eixo cartesiano?

Localizando os pontos x, y

2- Como é feita a representação dos pontos no sistema de eixo cartesiano?

É a representação de dois pontos no plano, sendo o x a abscissa e o y a ordenada.

Fonte: dados de pesquisa, 2016.

4.2.3.5 Diário de bordo do professor

Analisando as respostas desse questionário, foi possível verificar que alguns alunos apresentaram dificuldades em escrever com suas próprias palavras o entendimento de alguns conceitos e que, por isso, buscaram relações entre o conteúdo e exemplos do cotidiano como forma de entender os conceitos pesquisados.

Steffe e Galle (apud Benaim, 1995) apresentam visões do aprendiz sob o ponto de vista construtivista. Para esses autores, 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 às convicções do estudante, seus processos de pensamento e suas concepções de conhecimento.

Partindo desses princípios, buscou-se nessa atividade valorizar o pensamento do aluno e promover o debate, o diálogo sobre os conceitos, tendo como objetivo analisar o pensamento dos alunos sobre os conceitos já estudados a fim de intervir nas dificuldades, estimulando-os a refletirem sobre as suas convicções de conhecimento.

Posteriormente, tendo como objetivo promover a relação dos conceitos teóricos pesquisados com a prática, foi realizada a atividade 3, a qual consistiu na observação do lançamento do RT.

Inicialmente foi apresentado aos estudantes o recurso tecnológico, chamado de (RT), que foi construído pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Inclusão Digital (Gepid) da Universidade de Passo Fundo para auxiliar no entendimento de conceitos da função do 2º grau.

Figura 18 - Apresentação do Recurso Tecnológico



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Após, os alunos foram questionados se conheciam ou já ouviram falar sobre robótica. Um grupo de alunos se manifestou e relatou que participa da Olimpíada da Robótica na Universidade de Passo Fundo. Dessa forma o professor-pesquisador questionou o grupo de alunos sobre o que eles entendiam sobre a palavra robótica. Um aluno respondeu: “*Robótica envolve sistemas computadorizados, o próprio nome diz construção de robôs o que envolve peças, motores, sensores e a sua programação*”. Os demais alunos também foram questionados, mas disseram que entendem por robótica a construção de robôs.

O professor-pesquisador também questionou o grupo sobre como são as aulas que estudam robótica. O grupo colocou que a proposta é montar o robô com peças oriundas de descarte e fazer a programação para que o robô realize movimentos, que o programa utilizado é muito parecido como o Scratch e que não é nada fácil programar. O grupo também destacou que o projeto se desenvolve no turno inverso das aulas e o professor pouco interfere, pois são eles que testam os comandos e que dão movimentos ao robô.

Percebido que muitos alunos apresentavam um conhecimento ou já tinham ouvido falar sobre robótica, o professor-pesquisador questionou-os se já ouviram falar sobre “robótica educacional e industrial”. O grupo colocou que a robótica industrial é mais conhecida por desenvolver robôs para a utilização na indústria, na medicina e até substitui o homem em tarefas consideradas perigosas e inacessíveis. O aluno também relatou que leu em uma revista, que nos EUA foram construídos robôs programados para entregar pizza, que assim a pizza chegava aquecida nas casas. E que também assistiu uma reportagem que foi desenvolvido nos EUA um robô na área da medicina que com a devida programação faz qualquer tipo de operação médica tornando assim mais acessível os valores cobrados nas operações médicas.

Quando questionados sobre a robótica a educacional, o grupo apontou que é o que eles desenvolvem no projeto da Universidade, a construção de robôs visando o aprendizado. Percebendo assim, que muitos alunos tinham conhecimento sobre robótica e sobre “programação de robôs” o professor-pesquisador complementou a ideia dos alunos em que a robótica vem ganhando espaços nas escolas por ser uma forma de auxílio na educação, que nos países de primeiro mundo já faz parte do currículo, já no Brasil é distante ainda das escolas públicas em razão dos altos custos dos kits de robótica, mas que é possível a construção de robôs através de sucatas e com peças oriundas de descarte de computadores. Um aluno apontou que existe um lado negativo da robótica. Quando questionado, ele explicou que os robôs podem substituir o trabalho do homem, como por exemplo, pode ser construído um robô para cobrar a passagem do ônibus contribuindo assim para o desemprego.

Posteriormente foram descritas as principais peças que compõe o RT, como o sensor barométrico que conectado a placa de Arduino, que é capaz de realizar medições variadas como tempo e altura. Foi relatada ainda a necessidade de proteger as peças que compõe o RT, pela alta sensibilidade dos sensores, que ao cair no solo poderia danificar o recurso. Outro ponto que foi colocado é que o sensor capta a pressão atmosférica e que a programação faz a conversão para dados como altura e tempo.

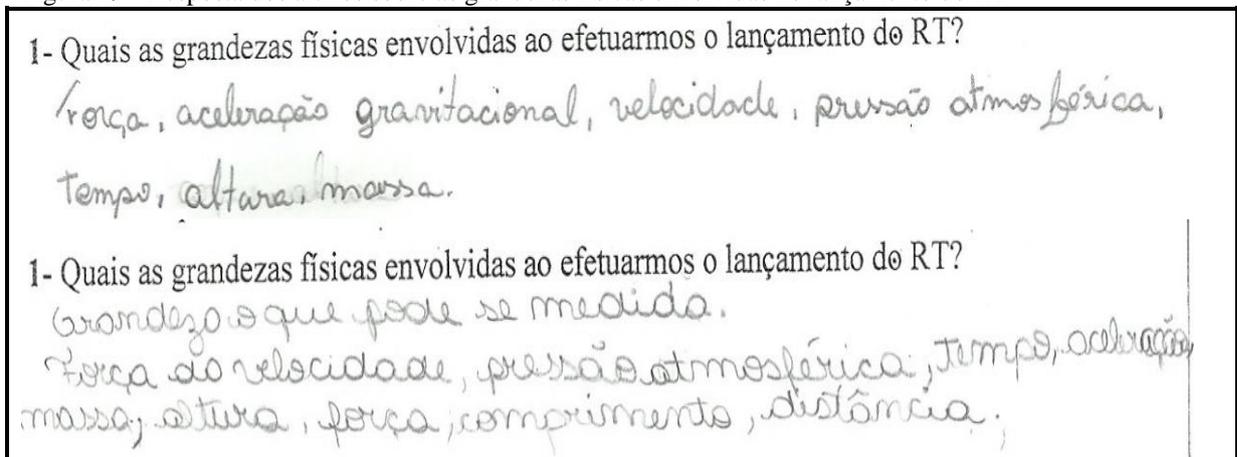
Foi possível verificar o interesse dos alunos em saber o que seria feito com o recurso e também outras curiosidades, como por exemplo, a programação utilizada para a construção do recurso, a função da placa de Arduino e custo total para a construção do recurso. Assim, foi explicado que uma das aplicações práticas da função do 2º grau é o lançamento de projéteis, estudado em Física, que quando lançamos um objeto para cima observamos que a trajetória descrita pelo objeto é uma parábola, que assim o RT seria lançado para a obtenção dos dados para estudo.

Posteriormente o professor-pesquisador entregou para cada grupo de alunos o questionário de aula prática (Apêndice D) e explicou o objetivo da atividade, ou seja, o RT seria lançado e eles deveriam observar o seu lançamento para responder o questionário de aula prática (Apêndice D) levando em consideração os conceitos teóricos já estudados.

4.2.3.6 Respostas dos Estudantes

Na primeira questão 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 mostra a figura 19.

Figura 19 - Resposta dos alunos sobre as grandezas físicas envolvidas no lançamento do RT



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

A segunda questão tinha como objetivo verificar se os alunos entenderam o conceito de função, ou seja, buscar relação entre as grandezas. Percebido que os alunos apresentaram dificuldades em responder a questão foi retomando o conceito de função com exemplos de situações cotidianas. Logo um aluno complementou a ideia: *“professora dependendo da altura pode ter variação da pressão atmosférica”*, 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 segunda questão tinha como objetivo 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, que existia bastante divergências de respostas. Dessa forma foi necessário intervir com questionamentos, como demonstra o diálogo a seguir, em que são apresentadas algumas transcrições de áudios gravados das conversas entre o professor e o aluno.

4.2.3.7 Áudio das gravações das aulas

Professor: *“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? ”*.

Aluno A: *“Se eu lançar o RT no primeiro piso o tempo será menor do que se lançado no terceiro piso, então eu acho que entendi”*.

Aluno B: *“Então o tempo depende da altura”*.

Aluno A: *Não. É 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.*

4.2.3.8 Diário de bordo do professor

Foi possível perceber que a atividade alcançou 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 como objetivo que associassem as grandezas tempo e altura nos eixos cartesianos. Pelos comentários dos alunos no grupo foi percebido que também havia divergências de respostas, em que um aluno questionou: *“Professora, 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 o professor intervir com diálogos e questionamentos para que o aluno buscasse 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 dos alunos.

4.2.3.9 Entrevistas dos estudantes

A seguir são apresentadas algumas respostas obtidas da conversa do professor com os alunos no final da atividade, a saber: *“Achei a ideia do RT muito criativo, diferente”*; *“achei legal utilizar algo diferente para explicar uma das aplicações da função do 2º grau”*; *“gostei da atividade, entendi o conceito de função, da relação das grandezas”*; *“pesquisar e escrever nosso entendimento nas questões anteriores já foi difícil, imagina agora associar os conceitos”*.

Infere-se pelas opiniões dos estudantes: *“Achei a ideia do RT muito criativo, diferente”*, *“achei legal utilizar algo diferente para explicar uma das aplicações da função do 2º grau”*, que a utilização do RT como forma de contextualizar e relacionar o conteúdo foi bem aceita, na qual eles descreveram ser criativo, diferente. Na visão do outro estudante, ajudou na compreensão do conceito de função, na relação entre as grandezas: *“gostei da atividade, entendi o conceito de função, da relação das grandezas”*.

Também é possível observar pela fala de um dos estudantes que ele apresentou dificuldades nas atividades desenvolvidas: *“pesquisar e escrever nosso entendimento nas questões anteriores já foi difícil, imagina agora associar os conceitos”*. Acredita-se que essa dificuldade é decorrente das metodologias tradicionais utilizadas no contexto escolar na qual o professor apresenta os conteúdos por meio de aulas expositivas, não promovendo a participação dos alunos na construção dos conhecimentos.

Para Aguiar (2008), o uso das tecnologias propicia trabalhar a disciplina de Matemática através da investigação e experimentação, considerando que permite ao aprendiz vivenciar experiências, fomentar, interferir e construir o seu próprio conhecimento.

De acordo com os PCN's (BRASIL, 1998), a contextualização tem como característica fundamental, o fato de que todo conhecimento envolve uma relação do sujeito com o objeto, ou seja, quando se trabalha o conhecimento de forma contextualizada a escola está retirando o aluno da sua condição de espectador passivo. Ainda segundo o documento norteador, a aprendizagem contextualizada objetiva que o aluno aprenda mobilizar competências para solucionar problemas para os contextos do mundo social e produtivo.

Assim, entende-se que a tecnologia pode ser um grande aliado para o ensino, por promover experiências concretas referentes aos conteúdos, dinamizar as aulas, contextualizar os conteúdos modificando assim os espaços de aprendizagem.

4.2.4 *Quarto encontro*

No quarto encontro foram utilizados três instrumentos para análise dos resultados: as respostas dos estudantes, diário de bordo do pesquisador e as entrevistas dos estudantes.

4.2.4.1 Diário de bordo do professor

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 para a extração dos dados daquele lançamento.

Figura 20 - Os alunos efetuando o lançamento do RT no pátio da escola



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

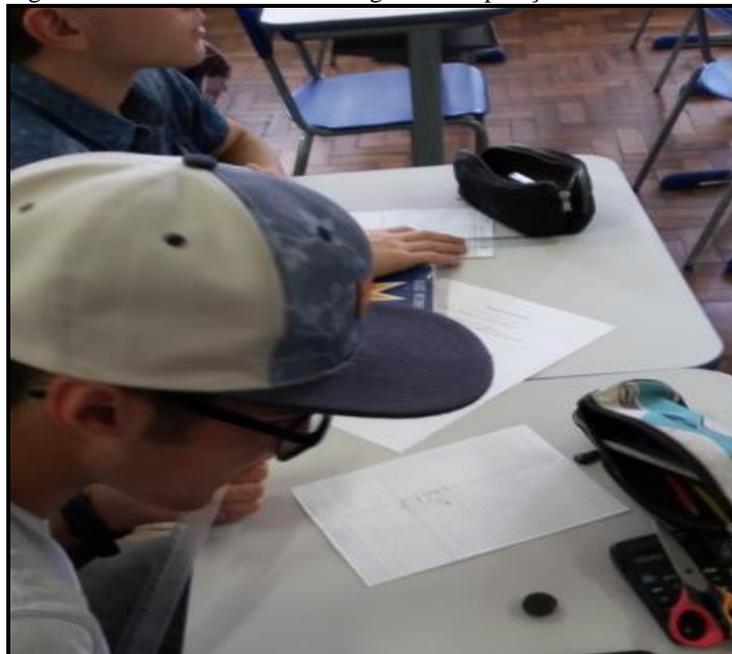
Após cada grupo de alunos receber os dados do lançamento do RT, foram levados para a sala de aula para a realização da atividade 4, que consistia na construção do gráfico da posição do RT (altura versus tempo), como mostra a figura 21 e 22. Para a realização da atividade foram entregues para cada aluno uma régua e papel quadriculado.

Figura 21 - Alunos construindo o gráfico da posição do RT



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Figura 22 - Alunos construindo o gráfico da posição do RT



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

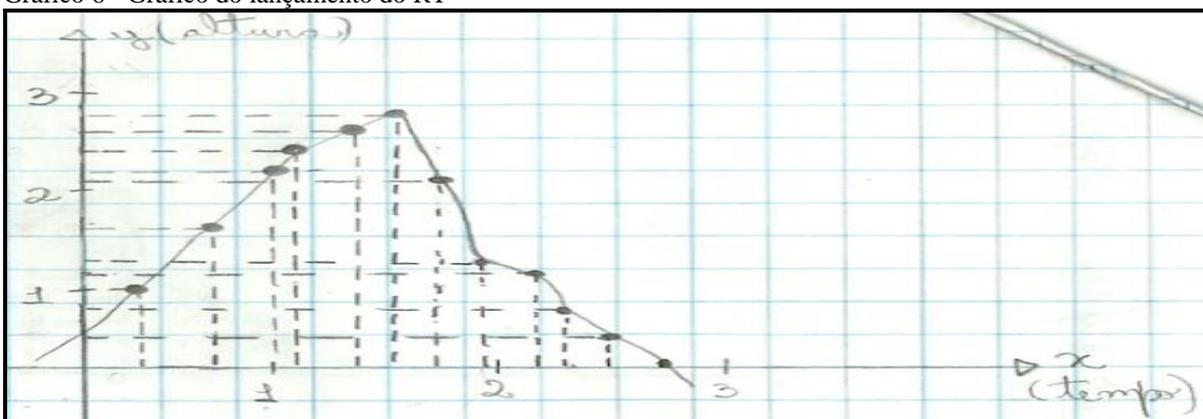
Foi possível evidenciar que alguns dos alunos apresentaram dificuldades na realização da atividade, pois apresentavam dúvidas quanto à representação dos números decimais na reta numérica, na marcação dos pontos nos eixos cartesianos, entre outras.

Notado que as dificuldades eram particulares de cada um, foi necessário auxiliar cada aluno na realização da atividade.

Após a conclusão da atividade um grupo questionou sobre o porquê que seu gráfico não estava perfeito, pois o grupo teve o cuidado de representar os pontos com cuidado no plano cartesiano, como mostra o gráfico 6. Assim, o professor-pesquisador explicou para o grupo de alunos que o sensor utilizado não é profissional e, portanto, não tem a mesma acurácia, 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.

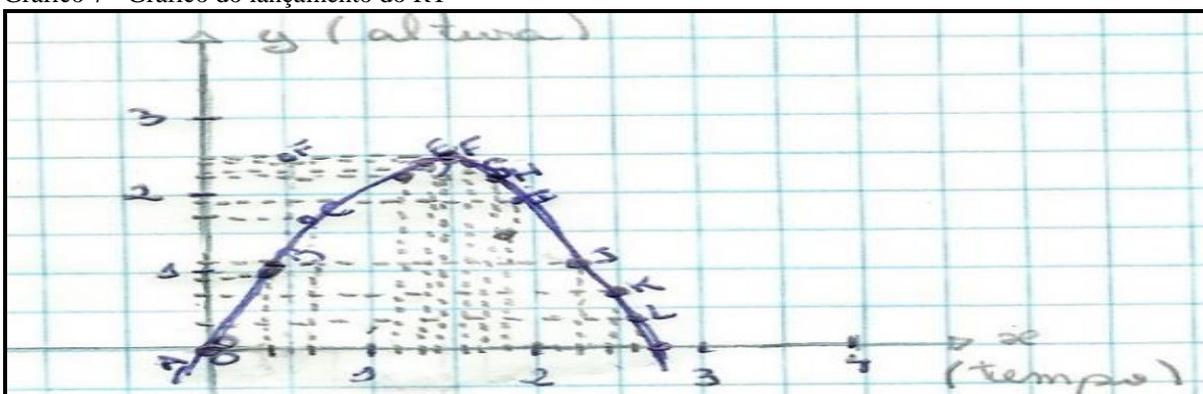
Outro aspecto que foi notado na atividade é que os demais grupos, quando fizeram a representação dos pontos, e visualizaram que a parábola não ia ficar simétrica, fizeram uma “aproximação”, transformando em uma parábola perfeita, como mostra o gráfico 7.

Gráfico 6 - Gráfico do lançamento do RT



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Gráfico 7 - Gráfico do lançamento do RT



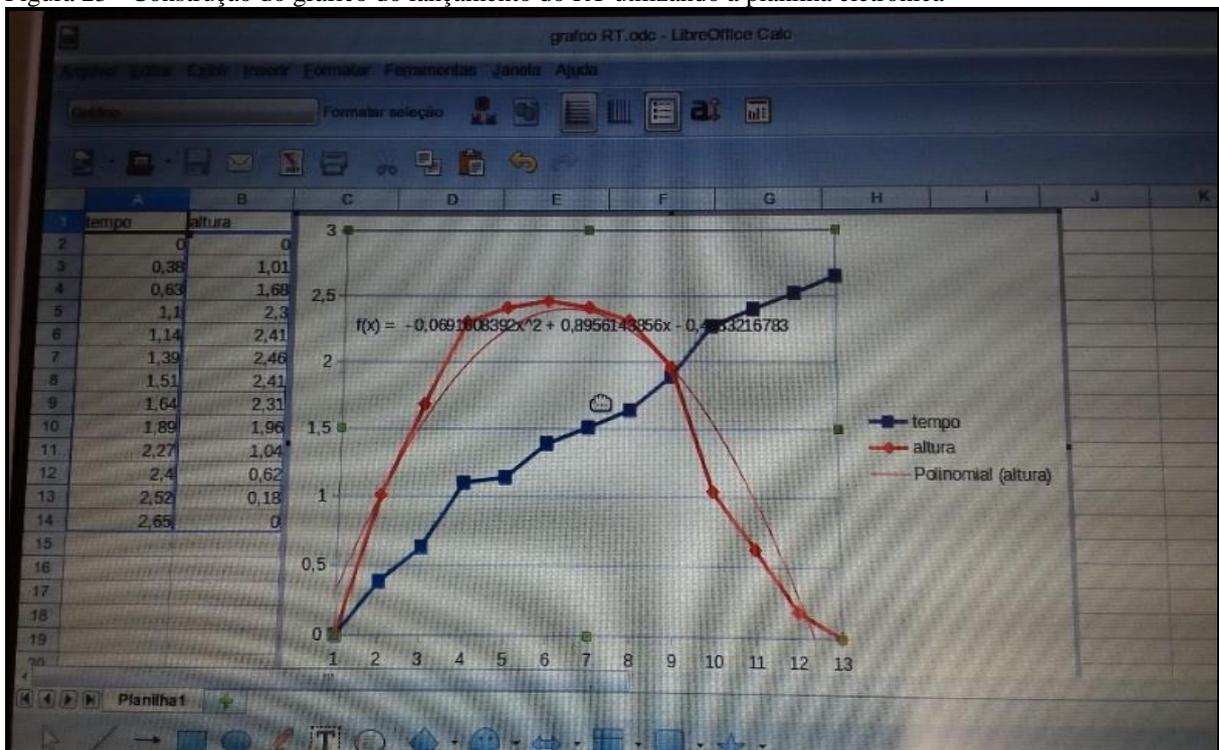
Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Tendo como objetivo explicar para todos os alunos a questão levantada, foi entregue para cada aluno um netbook para a realização da atividade 5: construção do gráfico da posição do RT com a utilização da planilha eletrônica Calc do LibreOffice.

Nessa atividade houve dificuldade por parte de alguns alunos no que diz respeito a conceitos básicos de informática. Como os netbook não tinham mouse, alguns alunos não conseguiam selecionar as colunas para gerar o gráfico. Também foi observado o espírito de cooperação entre os alunos na realização da atividade, sendo que os alunos que haviam concluído o gráfico ajudaram a auxiliar os demais.

Ao visualizar o gráfico na tela do 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 uma curva perfeita. Assim, os alunos foram auxiliados a gerarem a linha de tendência e adicionar a equação na curva, conforme mostra a figura 23.

Figura 23 - Construção do gráfico do lançamento do RT utilizando a planilha eletrônica



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Posteriormente os alunos foram questionados se a função era crescente ou decrescente. Evidenciou-se a divergência entre as respostas, pois alguns diziam crescentes, já outros

decrecentes. Assim foi colocado para 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”*. Com as 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 o questionário de interpretação (Apêndice E). Foi explicado o objetivo da atividade, na qual o grupo de alunos deveria utilizar o gráfico construído na atividade anterior para responder as questões.

Foi possível observar na atividade que existiam muitas dúvidas na interpretação do gráfico, onde todo instante chamavam o professor com o objetivo que ele os auxiliasse. Foi explicado o objetivo da atividade, que era para o grupo dialogar, refletir e responder conforme seus entendimentos que posteriormente iríamos socializar no grande grupo as questões.

Após os estudantes dialogarem no grupo, tendo como objetivo definir os conceitos da função do 2º grau, o professor-pesquisador construiu o gráfico no quadro, percorrendo com os grupos sobre as questões apresentadas no questionário de aula prática (Apêndice E). 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 se era voltada para cima ou para baixo, alguns alunos responderam para cima e outros para baixo. Foi possível perceber a divergência entre as respostas. Então foi solicitado que um aluno fosse ao quadro para desenhar 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 o professor-pesquisador 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: 6 (os instantes em que o RT está no chão), 7 (a maior altura do RT) e 8 (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.

Foi percebido pelo professor-pesquisador que as dúvidas eram referentes a questões 9 (em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e y). Nessa questão foi necessário retomar como é formado um ponto no sistema cartesiano, pois muitos alunos deixaram em branco a questão e quando questionados sobre as suas conclusões responderam: “*não entendi o que a questão pede*”, “*eu não sabia fazer*”, “*a professora não explicou*”.

Na questão 10, (qual o domínio e imagem da função), os alunos responderam que nunca estudaram o conceito de domínio e imagem da função. Entretanto, quando questionados se estudaram a noção de função através dos conjuntos numéricos, um aluno respondeu: “*domínio é quem dá a flechada e a imagem é quem recebe*”. É possível observar na fala do aluno que muitas vezes o professor com objetivo de facilitar o entendimento dos conteúdos frente os conteúdos trabalhados, acaba ensinando “*macetes*” ou “*receitinhas prontas*” para assimilação do conteúdo. 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 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.

Na questão 11 (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 de alunos 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 (Apêndice E) 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).

A seguir são apresentadas algumas respostas obtidas da conversa do professor com os alunos no final da atividade.

4.2.4.2 Entrevistas dos Estudantes

“Achei interessante essa atividade, aprendemos a dialogar, refletir e a estabelecer relações”; “A aula de hoje foi diferente, a gente participou da aula, agora eu consegui entender como se faz o gráfico da função do 2º grau”; “eu estava muito curiosa com o que nós iríamos fazer através do RT, me surpreendeu, deu para entender melhor o conteúdo”.

Através das respostas dos estudantes é possível concluir que a utilização do RT nas aulas ajudou na compreensão dos conceitos da função do 2º grau, gerando curiosidade, participação, reflexão e ajudou a estabelecer relações. Na visão de D’Abreu (2004), a robótica educacional surge para facilitar o entendimento da Matemática, por relacionar a teoria com a prática, visando principalmente a capacidade de resolver problemas.

Na visão de Pinho et al. (2010), para tornar o aluno ativo, o professor deve fazer com ele vivencie situações que o faça refletir e gerar conhecimento para que, ao se depararem com situações imprevistas, consigam buscar informações e avaliá-las para solucionar a situação apresentada.

Dessa forma, é possível concluir que a utilização de um aparato robótico para fins educacionais possibilitou trabalhar em um contexto diferente da prática tradicional de ensino, no qual o professor transmite informação e é o único detentor do saber. Os alunos participaram das atividades expondo suas hipóteses e através do diálogo e reflexão foi possível construir o conhecimento dos conceitos da função do 2º grau.

4.2.5 Quinto encontro

No quinto encontro foram utilizados quatro instrumentos para análise dos resultados: as respostas dos estudantes, diário de bordo do pesquisador, áudio das gravações das aulas e as entrevistas dos estudantes.

4.2.5.1 Diário de bordo do professor

Tendo como objetivo retomar os principais conceitos da função do 2º grau estudados na aula anterior, o professor-pesquisador questionou os alunos se eles 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 professora”, “o disparo de uma arma de fogo”, “o lançamento de uma bola de canhão”.

Os estudantes também foram questionados se existia somente essa aplicação da função do 2º grau. Alguns responderam: *“não sei professora”, “acho que não”, “talvez”.* Percebendo que alguns dentre eles não sabiam responder, foi entregue para cada grupo de alunos um *netbook* e solicitado que eles pesquisassem na internet “aplicações da função do 2º grau”. Posteriormente, cada grupo apresentou os seus achados. 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 intervir com questionamentos, como mostra o diálogo a seguir, em que são apresentadas algumas transcrições de áudios gravados das conversas entre o professor e o aluno.

4.2.5.2 Áudio das gravações das aulas

Professora: *O que acontece com uma empresa que somente tem prejuízo?*

Aluno D: *Fecha as portas professora.*

Professora: *Por quê?*

Aluno D: *Porque não teve lucro, e uma empresa para estar no mercado precisa ter lucro.*

Dessa forma foi explicado para os alunos que uma das aplicações da Administração está relacionada a receitas de custos e lucros, que uma empresa terá como meta atingir um determinado valor nas vendas, ou seja, um valor mínimo, para pagar, por exemplo, água, luz, aluguel, funcionários, etc. e, caso não atinja esse valor estará operando com prejuízo, o que poderá levar à falência.

Os alunos também foram questionados sobre outros exemplos, e um aluno apontou:

Aluno E: *Uma empresa poderá ter um lucro máximo, ou seja, o ponto máximo de vendas e nos demais meses valores menores, gerando assim uma parábola.*

Quando os demais grupos foram questionados sobre os outros exemplos de aplicação da função do 2º grau, eles responderam que entenderam o exemplo da administração. Quanto às demais situações citadas por eles, os mesmos não souberam explicar. No exemplo trazido da Biologia, afirmaram que ainda não haviam estudado o processo de fotossíntese das plantas.

Dessa forma, o professor-pesquisador solicitou que os alunos pesquisassem na internet sobre fotossíntese.

Aluno A: *A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas, que são seres autótrofos, geram seu alimento.*

Professor: *O que são seres autótrofos?*

Aluno A: *Não sei.*

Aluno B: *São aqueles que têm a capacidade de produzir o seu próprio alimento.*

Professor: *Então, o que eu posso concluir da aplicação da função do 2º grau o processo de fotossíntese das plantas?*

Aluno A: *Não consegui entender.*

Aluno B: *Acho que entendi, a planta produz o seu próprio alimento, ou seja, irá chegar um ponto na curva que representa um valor de máximo, e posteriormente valores menores, formando assim o gráfico de uma parábola.*

Professor: *Muito bem, agora algum exemplo voltado para a área da construção civil, como vocês citaram anteriormente.*

Aluno C: *Agora sim dificultou, não sabemos como a função do 2º grau tem relação a engenharia.*

Professora: *Pesquise na internet.*

Aluno C: *A matemática é a base de todas as soluções em engenharia, o formato de algumas pontes e construções professora.*

Professora: *Explique melhor.*

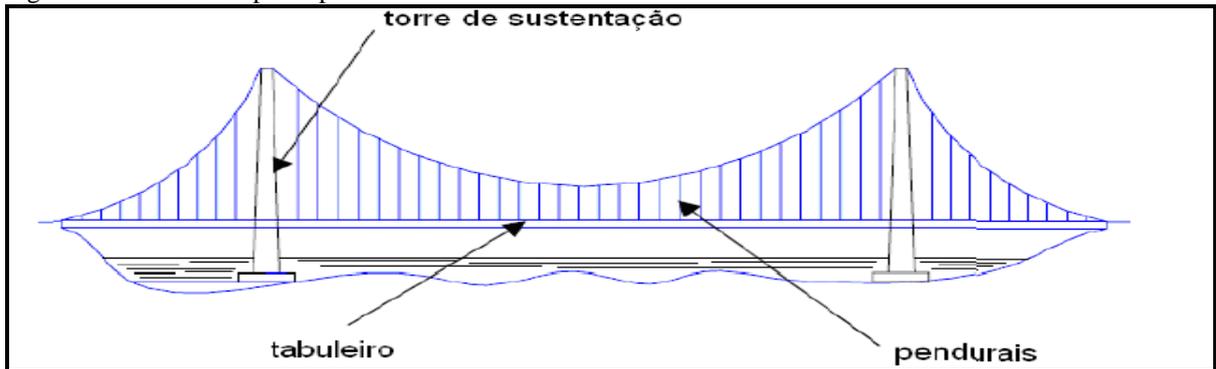
Aluno C: *Acessem o site: <<http://cedt-matematica.blogspot.com.br/2014/10/equacao-do-2-grau-e-suas-aplicacoes.html>> que dá para visualizar a Ponte Juscelino Kubitschek, a ponte dos três arcos construída em Brasília, o formato dela é uma parábola professora, nesse site tem mais aplicações.*

Professora: *Qual será o motivo da construção das pontes com o formato de parábolas?*

Aluno A: *Deve ter alguma razão para isso.*

Tendo como objetivo explicar o motivo que muitas pontes têm o formato de parábolas, o professor-pesquisador desenhou no quadro um modelo de uma ponte pênsil (conforme mostra a figura 24), 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.

Figura 24 - Modelo de ponte pênsil



Fonte: MACHADO (2008, p. 14).

Posteriormente, foi solicitado aos alunos que pesquisassem no *site* apontado pelo colega, tendo como objetivo buscar mais aplicações do conteúdo função do 2º grau. Alguns estudantes comentaram:

Aluno B: *Como já estudamos professora, o site aponta o lançamento de um projétil e corpos em queda livre.*

Aluno C: *Aqui fala também dos cálculos de área e perímetros, com exemplos, mas não entendi.*

Foi percebido na atividade que alguns alunos não lembravam o conceito de área e perímetro e que por isso não conseguiam relacionar com o conteúdo função do 2º grau. Dessa forma, foi necessário o professor-pesquisador intervir com questionamentos sobre tais conceitos para que eles pudessem entender os dois exemplos de aplicação da função do 2º grau apresentados pelo *site*.

4.2.5.3 Diário de bordo do professor

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 o professor dialogava com os alunos sobre as informações encontradas e não apresentava o conhecimento de forma pronta e acabada.

Segundo Becker (1994), o construtivismo não é uma prática e nem um método, e sim uma teoria que permite conceber o conhecimento como algo que não é dado e sim construído e constituído pelo sujeito através de sua ação e da interação com o meio. Para o autor, a educação construtivista é concebida como “um processo de construção de conhecimento ao

qual ocorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído” (BECKER, 1994, p. 89).

Cardoso (2009) defende que os alunos devem utilizar a pesquisa como forma de construir o seu conhecimento. Na visão da autora, o uso da pesquisa como metodologia de ensino possibilita ao aluno verificar a teoria e a prática. Ainda para a autora, o aluno ao iniciar uma busca de informações compreende que a informação não é restrita ao professor e assim identifica os diversos meios disponíveis, como a biblioteca, livros, internet, entre outros.

Nesse sentido, a pesquisa pode ser considerada como uma metodologia partindo de uma visão construtivista, pois contribui para que o estudante desenvolva a autonomia, a criatividade e a iniciativa na busca do conhecimento e não fique limitado às informações repassadas pelo professor.

Posteriormente, tendo como objetivo complementar as ações no ensino e compreensão sobre os conceitos da função do 2º grau foi entregue para cada grupo de alunos três situações problemas (Apêndice F), e foi solicitado que lessem as questões, construíssem os gráficos e depois respondessem as questões.

4.2.5.4 Respostas dos estudantes

Na primeira situação-problema é dada uma função que representava a trajetória de uma bola em um chute a gol. Era solicitado que os alunos construíssem o gráfico da função e que respondessem quais eram os instantes em que a bola gerou maior altura, a altura máxima e os instantes em que a bola estava não chão.

No primeiro momento, em que os alunos leram a questão, alguns questionaram o professor-pesquisador: “*Professora a gente sempre resolveu com x, agora apareceu um t, não sei fazer*”; “*com “t” a gente não sabe fazer*”; “*não sei fazer professora*”. Nessa situação ficou evidente que os alunos sempre resolveram questões envolvendo a função do segundo grau com a incógnita “x” a fim de encontrar valores das raízes da equação (x_1 e x_2), sendo os valores não associados a nenhum significado, apenas valores numéricos. Desta forma, fez-se necessário o professor-pesquisador intervir com a atividade retomando a relação entre as grandezas “altura versus tempo”, que as variáveis não precisariam ser necessariamente x e y, e sim qualquer letra do alfabeto, que o que interessava era a relação entre as grandezas. Através do relato dos alunos foi possível perceber que houve o entendimento: “*se pode ser qualquer letra, eu sei fazer*”, “*por isso que estudamos as relações entre as grandezas*”; “*é só interpretar o problema*”.

Alguns estudantes relataram ainda que não saberiam resolver, pois as questões trabalhadas sempre estavam completas com todos coeficientes a , b , c . “*Como faz professora quando falta o c ?*”; “*não sei fazer, não tem o c* ”. Desta forma, foi necessário intervir explicando que o valor do coeficiente numérico de “ a ” é quem tem a parte literal “ x^2 ”, o “ b ” quem tem a parte literal “ x ”, e o “ c ”, não possui parte literal, ou seja, é o termo independente. Também foi apresentado dois exemplos, o primeiro de uma equação completa e o segundo de uma equação incompleta:

- $f(x) = 3x^2 - 4x + 1$, onde $a = 3$, $b = -4$ e $c = 1$
- $f(x) = x^2 - 1$, onde $a = 1$, $b = 0$ e $c = -1$

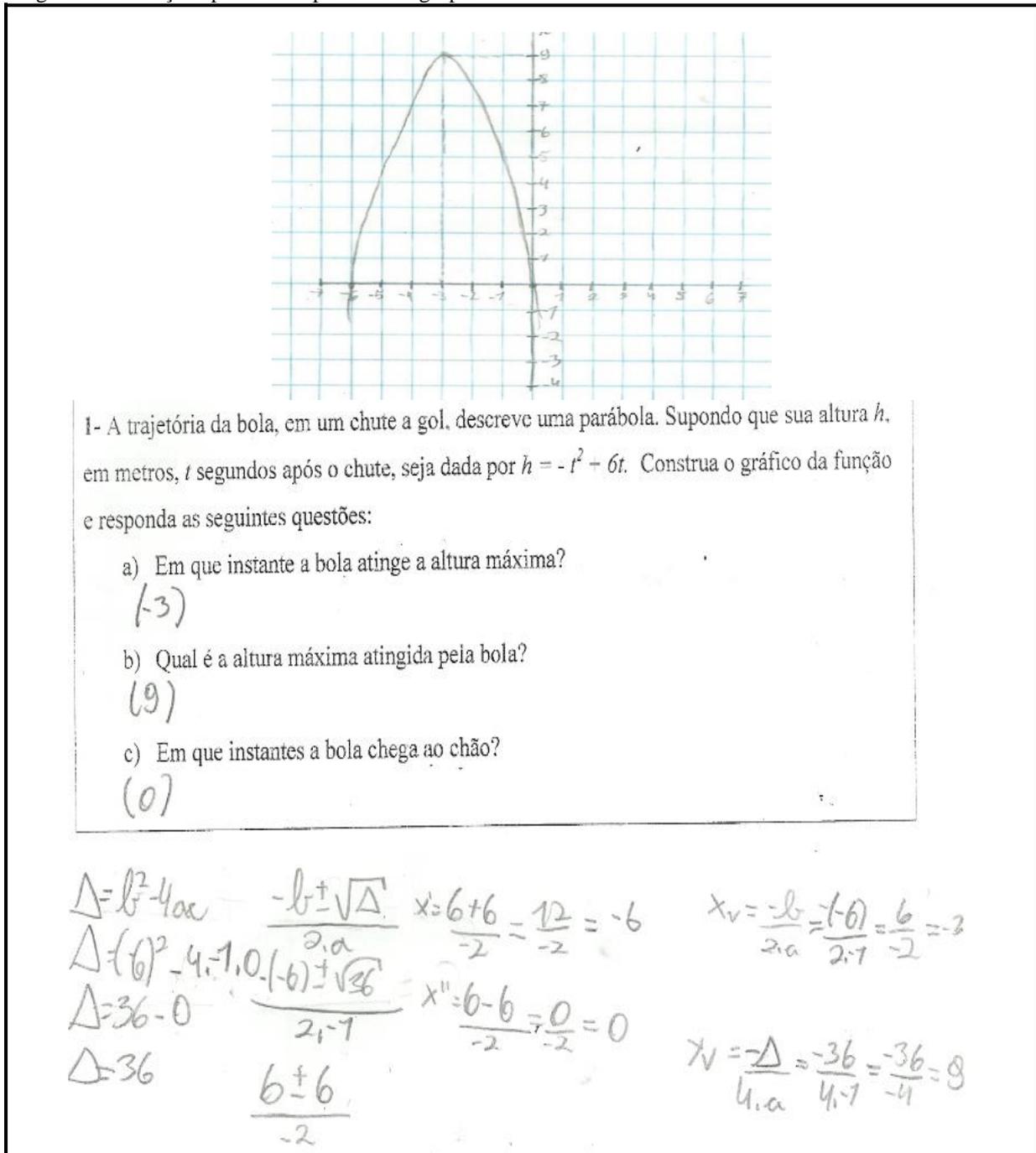
No decorrer da tarefa, alguns alunos chamavam o professor-pesquisador com o intuito que ele verificasse se valores encontrados através da fórmula de Bháskara estavam corretos. Percebeu-se por parte dos alunos grande relação de dependência, na qual, a função do professor era dizer se a resposta estava certa ou errada: “*Ah professora a senhora podia nos dizer se a resposta está certa ou errada, é muito mais rápido que a gente fazer a conta*”. Dessa forma, foi dialogado com os alunos que eles aprenderam a verificar se os cálculos encontrados das raízes da equação estavam corretos por duas maneiras: substituindo os valores encontrados na equação ou verificar através do cálculo da soma e do produto das raízes.

A mesma situação aconteceu com os valores referentes à coordenada do vértice, ou seja, os valores de x_v e y_v . Desta forma, foi retomado que eles poderiam verificar, que era só analisar no gráfico o ponto médio entre as raízes da equação para o cálculo do x_v e calcular a imagem desse valor para o cálculo do y_v , conforme estudado.

Para análise das situações- problema, é importante ressaltar que nesse último encontro compareceu vinte e quatro alunos nas atividades, sendo formados sete grupos de três alunos e um grupo de dois alunos. Ou seja, dois grupos não compareceram nas atividades anteriores.

Analisando as respostas da primeira situação-problema, dois grupos apresentaram dificuldades no desenvolvimento da questão. Um dos grupos que não compareceu nas atividades anteriores, encontrou valores negativos referente as raízes da equação devido a um erro de sinais no desenvolvimento de Bháskara. Ao construir o gráfico não interpretou os eixos cartesianos x (referente ao tempo) e y (referente altura) construindo o gráfico de maneira incorreta, conforme mostra a figura 25.

Figura 25 - Solução apresentada por um dos grupos

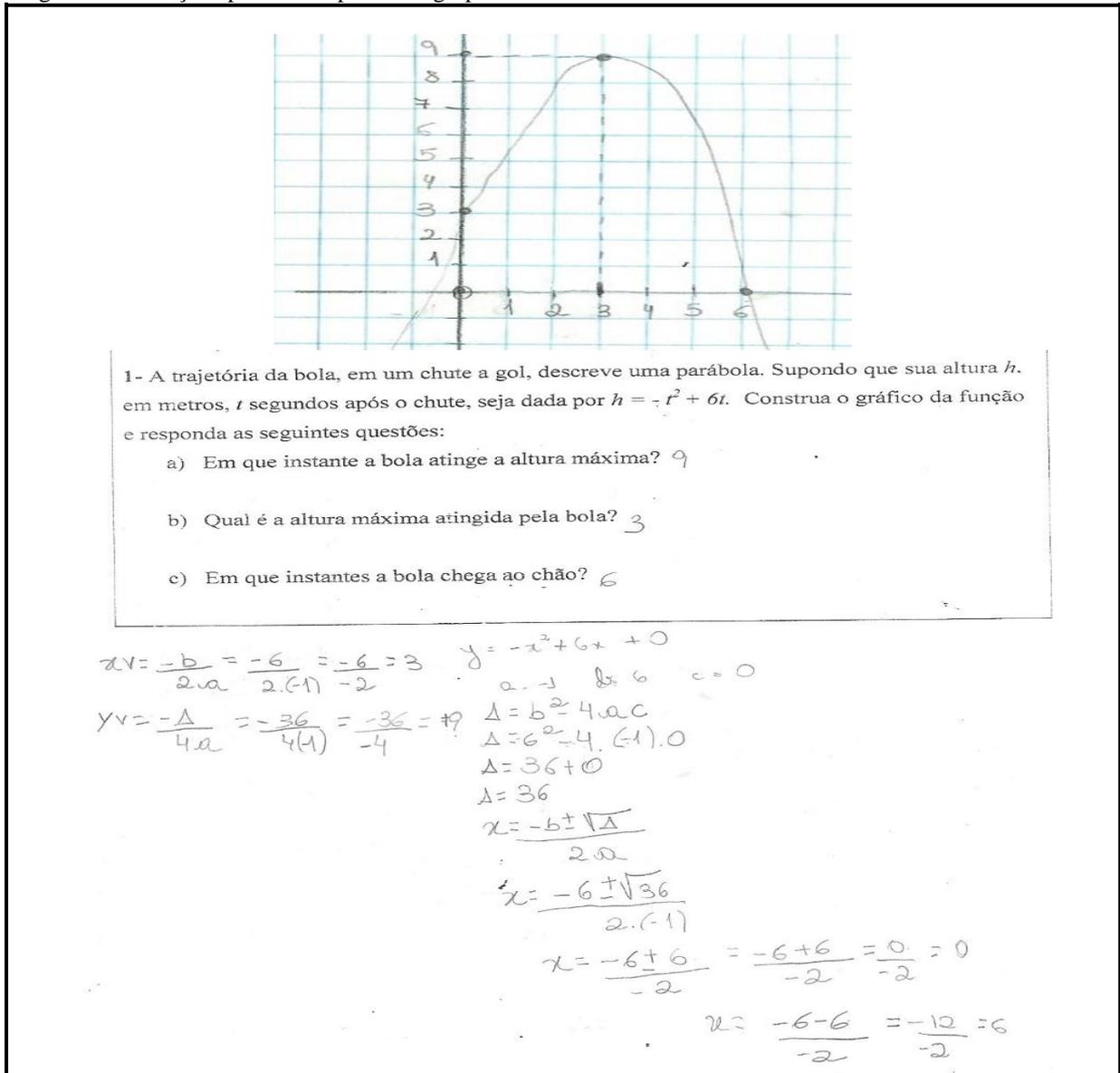


Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Também é possível perceber na questão “a” e “c”, que o grupo não refletiu sobre os valores encontrados ao interpretar o problema, pois não existe tempo negativo e é impossível a bola chegar ao chão no instante 0s, pois a contagem do tempo inicia em 0s. Acredita-se que devido ao grupo de alunos não estar presentes nas aulas anteriores e por não explorarem diferentes situações do conteúdo função do 2º grau, eles apenas realizaram a atividade como um simples exercício de fixação não atribuindo significado aos valores encontrados referentes às raízes da equação.

Um segundo grupo, que compareceu às atividades anteriores, soube calcular e interpretar as questões corretamente, entretanto marcou os pontos das raízes da função ou zero da função de maneira incorreta no gráfico, como mostra a figura 26.

Figura 26 - Solução apresentada por outro grupo



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

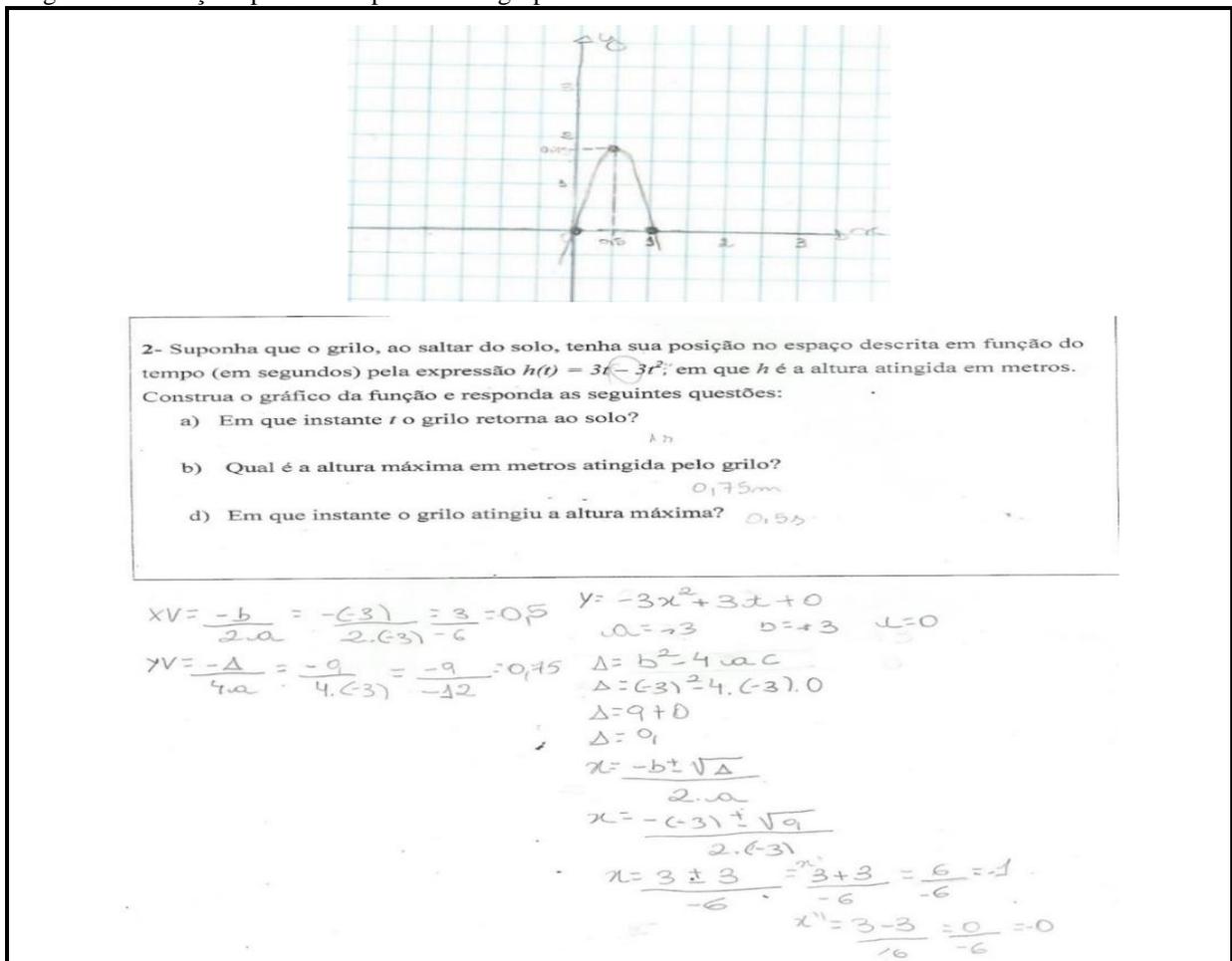
Acredita-se que os alunos não prestaram atenção no momento de desenhar a parábola, pois os pontos (0,0) e (0,6) que são as raízes da equação estão marcados no gráfico.

Na segunda situação-problema foi dada uma função que representava a posição do grilo em um determinado instante. Solicitava que os alunos construíssem o gráfico da função e que posteriormente interpretassem o instante em que o grilo retornava ao solo, a altura máxima atingida pelo grilo e o instante em que o grilo atingiu a altura máxima.

Analisando cálculo acima, verifica-se que o grupo de alunos não prestou atenção ao resolver a fórmula de Bháskara, sendo que utilizou o valor do delta para o coeficiente numérico de “a”. O mesmo erro é cometido no cálculo das coordenadas do vértice. É importante destacar que os alunos não estavam presentes nas atividades anteriores, compareceram somente no último encontro das atividades propostas. Outro ponto possível de destacar é que os alunos não construíram o gráfico da função para a interpretação, somente resolveram as fórmulas que conheciam sobre a função do 2º grau não conseguindo interpretar a situação-problema.

Acredita-se que se os alunos tivessem comparecido às aulas saberiam avaliar que os valores encontrados não poderiam ser a solução para o problema, como por exemplo, os valores referentes às raízes da equação não poderiam ser 0 e 0,5, pois se substituirmos na equação do problema o resultado não será zero; além de que, o valor do $x_v = 0,16$ não é o valor médio entre as raízes da equação. Analisando os dados do outro grupo é possível notar que os alunos encontraram valores negativos referentes ao cálculo das raízes da equação, por um erro de sinal na aplicação da fórmula de Bháskara, como mostra a figura 28.

Figura 28 - Solução apresentada por um dos grupos



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

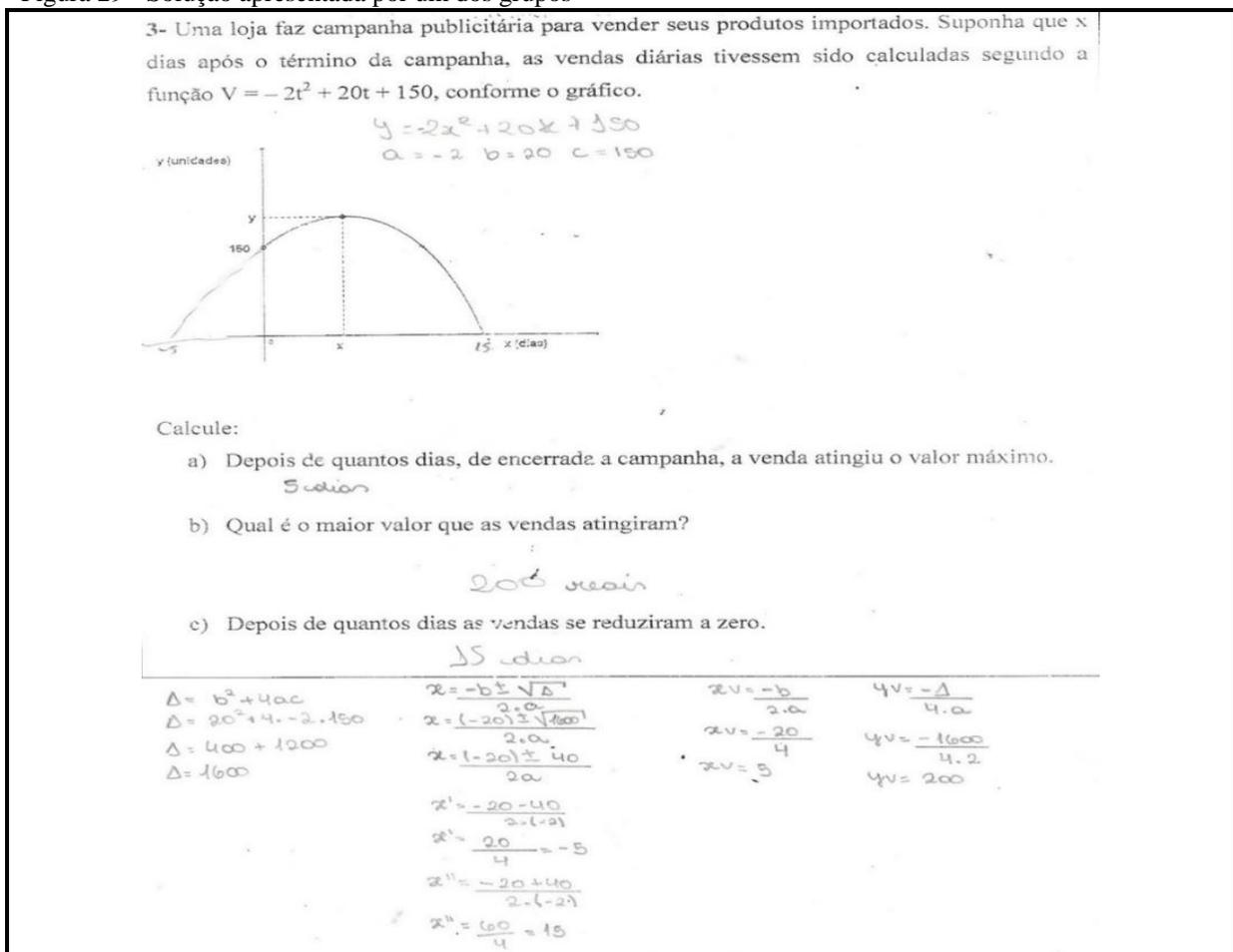
Entretanto, o grupo construiu o gráfico da função e interpretou as questões propostas de maneira correta. Acredita-se que como o grupo estava presente nas atividades anteriores refletiu que, por se tratar de fenômenos da natureza os valores associados à grandeza tempo não poderiam ser negativos e assim obtiveram êxito na questão. Outra hipótese é de que os alunos substituíram os valores encontrados no problema e assim responderam à questão corretamente.

Na terceira situação-problema foi entregue uma função representando o valor das vendas em função do número de dias. Solicitou-se que os alunos calculassem os dias em que as vendas atingiram valor de máximo, maior valor das vendas e os dias em que as vendas foram zero.

Foi possível perceber que os alunos não tiveram maiores dificuldades no desenvolvimento dessa questão e que as atividades anteriores ajudaram a refletir e verificar se os valores encontrados poderiam ser solução para o problema, o que promoveu autonomia aos estudantes.

Analisando as respostas dos alunos é possível concluir que todos efetuaram os cálculos e interpretaram a questão proposta de maneira correta associando ao eixo x (dias) valores somente positivos, como pode ser visto na figura 29.

Figura 29 - Solução apresentada por um dos grupos



Acredita-se que, devido o problema apresentar gráfico, o mesmo contribuiu para que, inclusive os alunos que não compareceram às aulas, interpretassem a questão de maneira correta associando somente valores positivos aos valores de vendas e de tempo.

4.2.5.5 Diário de bordo do professor

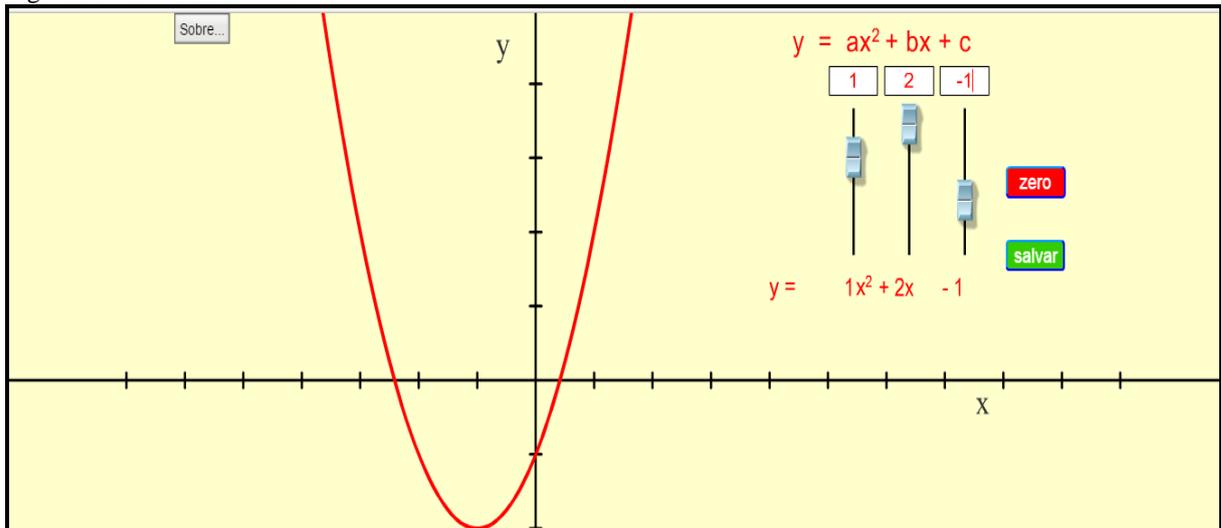
No desenvolvimento das situações-problema ficou evidente dificuldades apresentadas pelos alunos referente a Matemática básica, inclusive em cálculos mais simples como multiplicação e divisão, dificuldades referentes a regra de sinais e também na interpretação dos problemas. Desta forma, fez-se necessário em muitas situações o professor 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.

Também foi observado na primeira situação-problema grande relação de dependência dos alunos, que chamavam o professor com o intuito que verificasse se a resposta estava correta. Desta maneira, muitas vezes o professor teve que intervir, colocando o objetivo da atividade que não era fornecer a resposta correta, mas sim promover a reflexão sobre a situação-problema proposta, a fim de auxiliá-los a refletir sobre os valores encontrados se poderiam ser solução para o problema.

Outra questão observada na realização da atividade é que nas demais situações-problema os estudantes não estavam tão dependentes do professor quanto a questão inicial, pois existia o diálogo nos grupos e a preocupação de verificar se os valores encontrados estavam de acordo com a situação-problema. Assim, pode-se concluir que o papel do professor exerce grande influência sobre o ambiente escolar, o qual não é apenas o de apresentar os conteúdos escolares e verificar se a resposta fornecida está correta, mas sim mediar o processo de construção do conhecimento, favorecendo a postura reflexiva e investigativa dos estudantes.

Após, os alunos entregarem ao professor as três situações-problema resolvidas, cada grupo recebeu um netbook, e foi solicitado que acessassem o *site* Phet. Nele, deveriam ir para a simulação *Equation- Grapher*. Posteriormente, a fim de familiarizar os alunos com o simulador, foi dada uma equação do 2º grau qualquer e solicitado que digitassem nos campos os coeficientes numéricos a , b e c , como mostra a figura 30.

Figura 30 - Simulador Phet



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

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 de questionamentos entre professor e aluno, foi explicado o papel de cada coeficiente retomando alguns conceitos já estudados, como mostra o diálogo a seguir, em que são apresentadas algumas transcrições de áudios gravados das conversas entre o professor e o aluno:

4.2.5.6 Áudio das gravações das aulas

Professor: *O que acontece com o gráfico quando aumentamos ou diminuimos o coeficiente numérico “a”?*

Aluno A: *Muda a concavidade professor.*

Professor: *O que acontece quando o valor de a é “igual a zero”?*

Aluno B: *O gráfico que aparece é uma reta.*

Professor: *Por qual motivo? A gente já estudou.*

Aluno B: *Não lembro*

Aluno C: *Não seria por causa da condição de existência da função do 2º grau que tem que ser diferente de zero professor, senão é uma reta?*

Professor: *Muito bem. Se o gráfico tem a concavidade voltada para cima, a função é crescente ou decrescente?*

Aluno D: *Se a concavidade é voltada para cima a função é crescente, para baixo decrescente.*

Professor: *Então podemos concluir que o valor de “a” está relacionado a concavidade da parábola, ou seja, se o valor numérico do coeficiente “a” for positivo, a parábola tem*

concauidade voltada para cima, e se o valor numérico do coeficiente “a” for negativo, a parábola tem concauidade voltada para baixo.

Professor: O que acontece com o gráfico quando aumentamos ou diminuimos o coeficiente numérico “c”?

Aluno A: Se aumentamos o valor de “c” a parábola sobe, se diminuimos a parábola desce.

Professora: Então eu posso concluir o quê?

Aluno A: Difícil explicar, mas se a gente colocar 3 no valor do coeficiente, o gráfico passa no 3, se eu colocar 5 o gráfico passa no 5.

Professora: Então eu posso concluir que o coeficiente “c” é onde a parábola intercepta o eixo y. Analisem.

Aluno A: Muito legal, então sempre que eu fizer o gráfico dá para saber se ele está certo ou errado tem que passar pelo coeficiente “c”?

Professora: Isso, muito bem. A parábola sempre deve interceptar o eixo y no valor do coeficiente c para o gráfico estar correto. Agora vamos analisar o coeficiente “b”, é o mais complicado.

Aluno A: não entendi, está difícil.

Aluno B: Tá, mais difícil professor, observar.

Aluno C: O gráfico “caminha” professor.

Professor: O gráfico não tem pernas para caminhar, explique com outras palavras.

Aluno C: Não sei explicar.

Professor: A inclinação que a parábola toma após passar o eixo y.

Aluno D: realmente, é mais difícil de observar.

4.2.5.7 Diário de bordo do professor

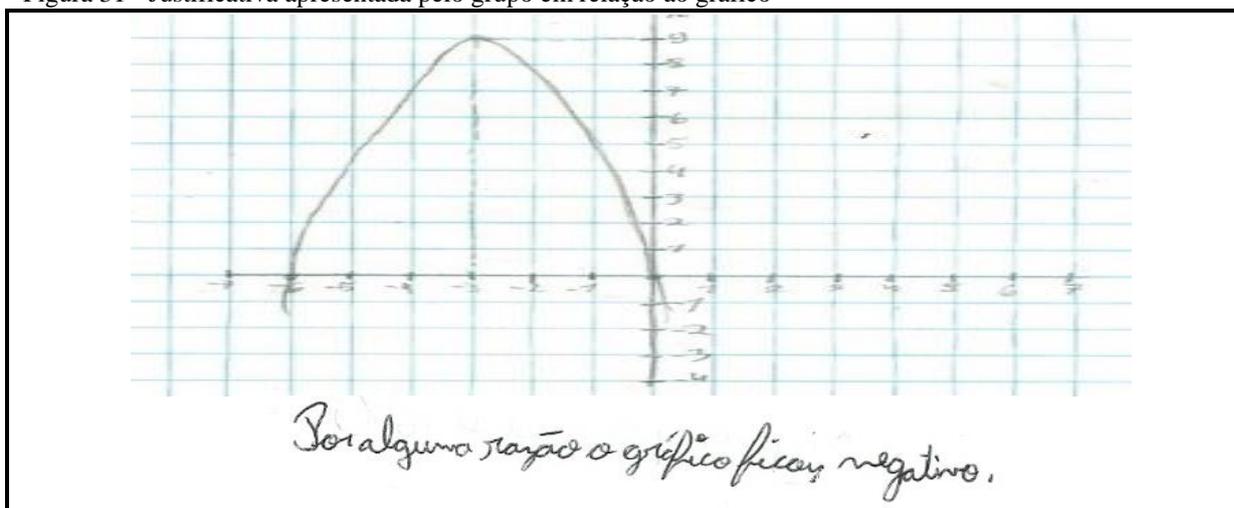
Através da utilização do simulador foi possível aos alunos visualizarem a variação gráfica de cada um dos coeficientes numéricos da função do 2º grau, possibilitando-os elaborarem seus próprios conhecimentos.

Ao findar a tarefa foi entregue para cada grupo, as três situações-problema respondidas na atividade anterior, para que os alunos verificassem através do simulador Phet se os gráficos que foram construídos no papel quadriculado coincidiam com os gráficos gerados pelo simulador. Caso não coincidissem, era para o grupo dialogar e escrever o motivo da divergência.

4.2.5.8 Respostas dos estudantes

Analisando as respostas é possível notar que os alunos que não estavam presentes nas aulas não souberam justificar o motivo da divergência do gráfico, como mostra a figura 31.

Figura 31 - Justificativa apresentada pelo grupo em relação ao gráfico

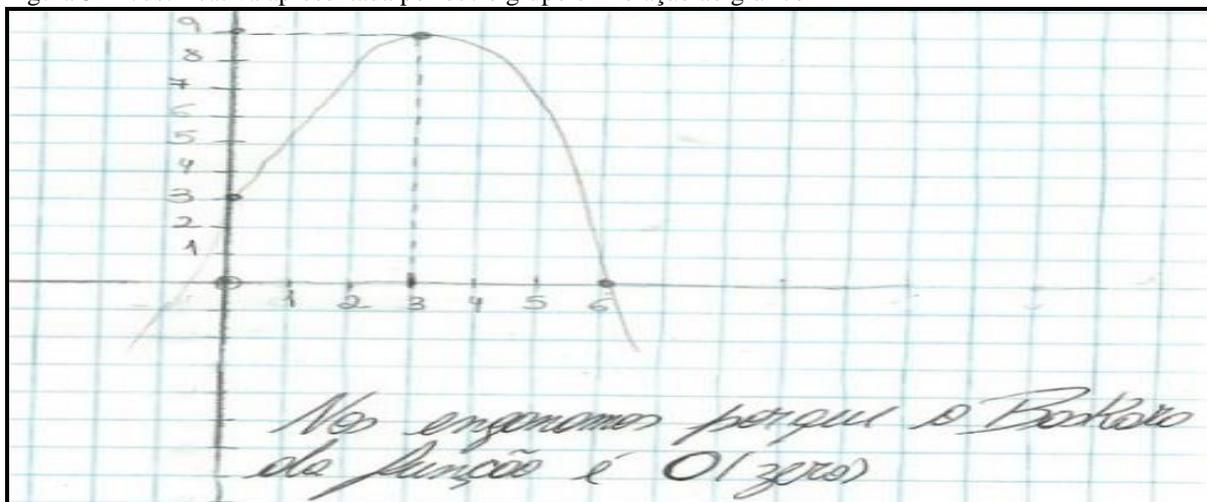


Fonte: dados de pesquisa, 2016

Observa-se pela justificativa do grupo de alunos que eles não assimilaram a questão proposta na situação-problema, apenas resolveram os cálculos e construíram o gráfico tendo como objetivo “obter êxito na tarefa”.

O segundo grupo reconhece que se enganou ao marcar as raízes da equação, justificando assim o seu erro, de que o resultado das raízes da equação era 0 e não 3, como mostra a figura 32.

Figura 32 - Justificativa apresentada por outro grupo em relação ao gráfico



Fonte: dados de pesquisa, 2016.

Após cada grupo de alunos verificar se os seus gráficos foram construídos corretamente, o professor-pesquisador, tendo como objetivo a compreensão conjunta da atividade, projetou as imagens referente aos gráficos gerados pelo simulador Phet em cada situação- problema proposta dialogando com os alunos sobre as questões de interpretação.

Foi possível evidenciar que os alunos que não compareceram às atividades anteriores não tiveram experiências com a resolução de problemas e que por isso apresentaram dificuldades ao interpretar as questões, segundo eles: *“a gente nunca fez atividade assim”*, *“fazer a conta eu sei, já interpretar é mais difícil”*.

É possível destacar ainda que na realização das atividades, o simulador contribuiu para que os alunos visualizassem a variação gráfica da função do 2º grau, além de facilitar a correção das situações-problema não necessitando o professor desenhar no quadro os gráficos.

A seguir são apresentadas algumas respostas obtidas durante a conversa do professor com os alunos no final da atividade, a saber.

4.2.5.9 Entrevistas dos estudantes

“Eu gostei de resolver as situações-problema, aprendi muito”; *“Bem legal as atividades, pude entender melhor a aplicação da função do 2º grau, e o papel dos coeficientes a, b e c no estudo do gráfico”*; *“Essas atividades foram importantes para o nosso futuro e para melhor entendimento da matéria, teríamos que ter mais aulas assim”*.

Observa-se pela opinião do estudante: *“Eu gostei de resolver as situações-problema, aprendi muito”* que a resolução de problemas é uma importante estratégia para o aprendizado da Matemática. Segundo os PCN’s (1998) a importância da resolução de problemas está no fato de possibilitar os alunos a mobilizarem os seus conhecimentos e desenvolverem a capacidade de gerenciar as informações que estão dentro e fora da sala de aula, desenvolvendo sua autoconfiança. Na visão de Onuchic (2004) a metodologia da resolução de problemas em Educação Matemática, visa tirar o aluno de sua postura passiva em sala de aula, para levá-lo a uma postura ativa e interessada, e rejeitar a noção de que a Matemática é algo pronto e acabado.

Também é possível observar pela opinião dos estudantes *“Bem legal as atividades, pude entender melhor a aplicação da função do 2º grau, e o papel dos coeficientes a, b e c no estudo do gráfico”* que a inserção das tecnologias possibilitou aos estudantes entenderem melhor a matéria, além de promover o desenvolvimento do pensamento e motivação nas aulas. Segundo Carneiro et al. (2014), as tecnologias contribuem para facilitar a compreensão

de muitos conteúdos, por possibilitar a visualização dos conceitos trabalhados em sala de aula, e por permitir trabalhar aspectos abstratos, desenvolvendo a criatividade e imaginação dos alunos.

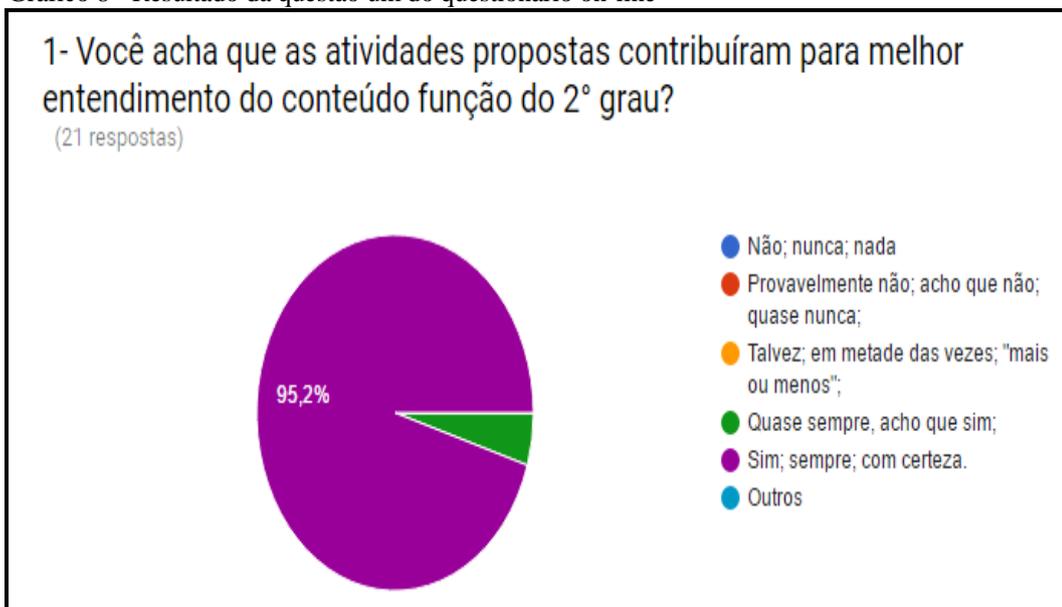
Outro estudante também destaca que *“Essas atividades foram importantes para o nosso futuro e para melhor entendimento da matéria, teríamos que ter mais aulas assim”*. Destaca-se na fala do estudante, que ele reconhece que são as metodologias ativas de ensino que promovem a compreensão dos conteúdos possibilitando aplicar os conhecimentos em outros contextos. Assim, conclui-se que a união entre as tecnologias e os conteúdos representam novas oportunidades de ensino que contribuem para novas formas de pensar e aprender, modificando os espaços de aprendizagem.

Tendo como objetivo de o professor verificar se a realização das atividades possibilitou maior significação dos conceitos da função do 2º grau, solicitou-se que os alunos respondessem um questionário on-line (o questionário de avaliação das atividades - Apêndice G).

4.2.5.10 Respostas dos estudantes

A primeira questão tinha como objetivo conhecer a opinião dos estudantes sobre as atividades realizadas, ou seja, verificar se elas contribuíram para a compreensão dos conceitos da função do 2º grau.

Gráfico 8 - Resultado da questão um do questionário on-line

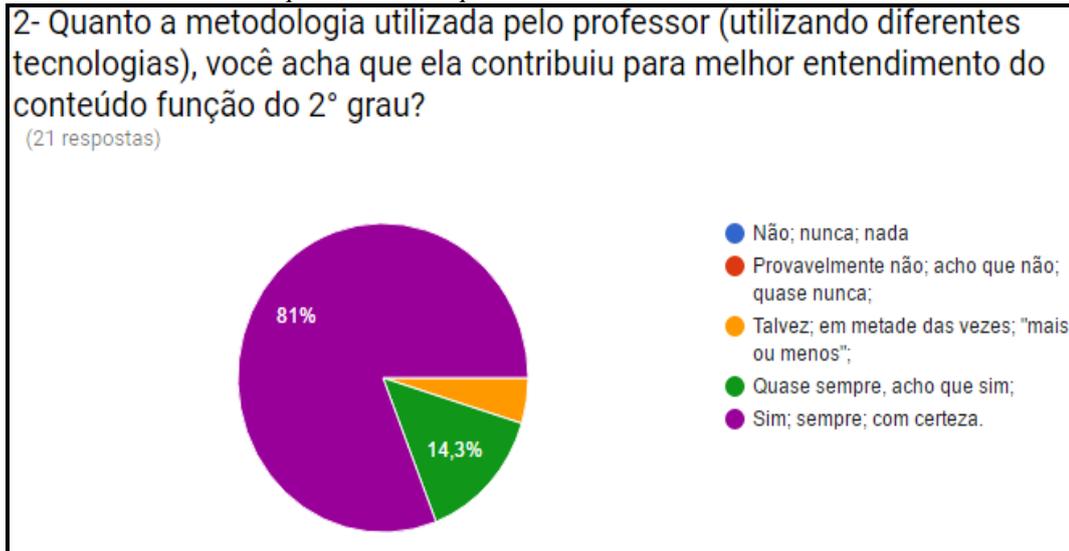


Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Percebe-se pelas respostas dos estudantes que as atividades realizadas foram bem aceitas, em que aproximadamente 100% dos alunos responderam que as atividades propostas contribuíram para uma melhor compreensão do conteúdo função do 2º grau.

A segunda questão tinha como finalidade conhecer a opinião dos estudantes sobre a metodologia utilizada nas atividades propostas, quanto a utilização de diferentes tecnologias.

Gráfico 9 - Resultado da questão dois do questionário on-line



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

É possível concluir pelas respostas dos estudantes que, quase a totalidade dos estudantes, ou seja, (81% + 14,5%) acreditam que quase sempre ou com certeza a tecnologia contribuiu para melhor entendimento dos conceitos da função do 2º grau. Contudo o questionário inicial respondido pelos estudantes apontou que a maioria dos alunos, ou seja, (42,9% + 14,3%) acreditam que a metodologia tradicional de ensino está boa ou muito boa. Dessa forma, é possível concluir que os alunos possuem poucas experiências com o uso do computador ou outros recursos digitais, ficando restrito, muitas vezes, a uma aula expositiva.

Na última questão do questionário, na qual solicitava que os estudantes descrevessem um parecer sobre as atividades desenvolvidas, é possível perceber pelas entrevistas dos estudantes que a maioria deles escrevem sobre a metodologia utilizada pelo professor.

Aluno A: *Espero que atividades como essa sejam repetidas mais vezes para nosso melhor entendimento da matéria.*

Aluno B: *Eu gostei das atividades. Aprendi a resolver a fórmula de Bháskara de um jeito fácil que eu não sabia. Aprendi a fazer os gráficos, com valores decimais, o que sempre tive*

dificuldade. Foram aulas participativas, acho que deveria ter mais atividades dessa forma, porque aprofunda mais os nossos conhecimentos.

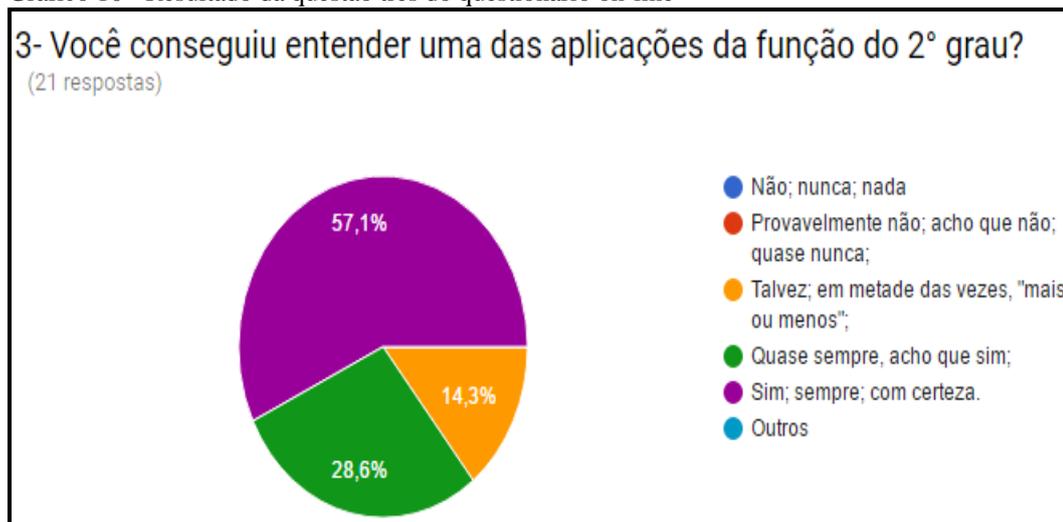
Aluno C: Eu adorei a forma que as atividades foram desenvolvidas, partindo do diálogo da nossa participação. Eu acho que deveria ter mais aulas assim, gostei muito das aulas, elas foram divertidas e descontraídas e por isso consegui aprender melhor o conteúdo.

Aluno D: Foram atividades diferentes e legais, soube compreender um pouco mais sobre o conteúdo função do 2º grau. Uma das atividades que mais gostei foi o lançamento do RT, pois aprendi a montar o gráfico e a verificar se os valores estavam corretos. Adorei a oportunidade de fazer parte desse trabalho e aprender mais.

Percebe-se através do relato dos estudantes, que as atividades foram diferentes das aulas as quais os alunos eram acostumados a ter, pois os estudantes participaram da construção do seu conhecimento elaborando hipóteses, estabelecendo relações e tirando suas próprias conclusões. Nas suas opiniões foram aulas mais “*participativas, legais, descontraídas e divertidas*”. Observa-se ainda que, pela opinião dos estudantes A e D, esse tipo de metodologia aprofunda mais os conhecimentos e que por isso contribui para melhor entendimento da matéria.

A terceira questão tem relação ao entendimento da aplicação da função do 2º grau, ou seja, saber empregar, fazer uso dessa equação em diferentes situações.

Gráfico 10 - Resultado da questão três do questionário on-line



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

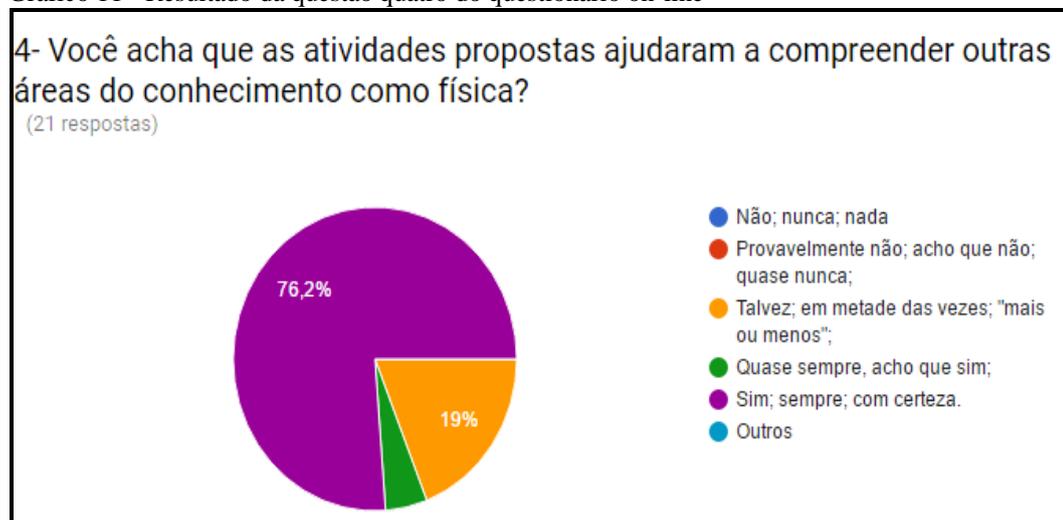
Infere-se pelas respostas dos estudantes que a grande maioria, ou seja, (57,1% + 28,6%) entenderam uma das aplicações da função do 2º grau. Entretanto, quando comparamos os dados a pesquisa inicial, que aproximadamente (47,1% + 47,1%) dos alunos

não lembram de alguma situação do cotidiano que tenha relação com o conteúdo função do 2º grau percebe-se uma divergência de informação.

Dessa forma, é possível concluir que o uso das diferentes tecnologias como, pesquisas no computador, utilização do recurso robótico, utilização do simulador e da planilha eletrônica, possibilitaram aos alunos uma melhor compreensão quanto as aplicações do conteúdo função do 2º grau.

A quarta questão objetivava saber se as atividades realizadas auxiliaram na compreensão das outras áreas do conhecimento como física.

Gráfico 11 - Resultado da questão quatro do questionário on-line



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

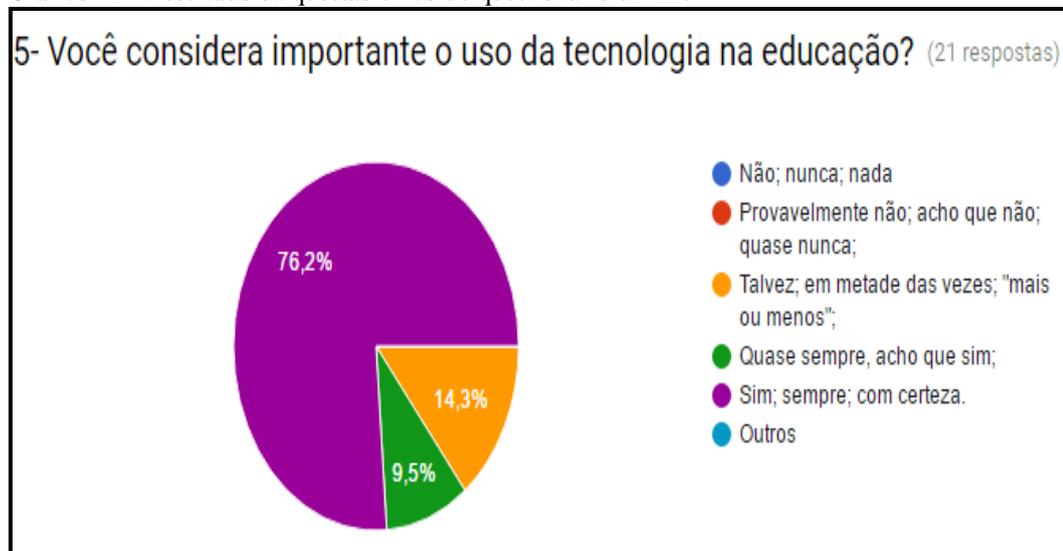
Através dos dados obtidos, é possível concluir que grande parcela dos estudantes, ou seja, (76,2% + 4,8%) acreditam que as atividades propostas, utilizando diferentes recursos tecnológicos contribuiriam para o entendimento de outras áreas do conhecimento, como a Física. A seguir é apresentada um parecer de um estudante comprova a afirmação: *“Uma das atividades que eu mais gostei foi a construção de gráficos, pois é um conteúdo que mais tenho dificuldade. E depois dessas atividades que a turma fez, foi bem mais fácil aprender e compreender o conteúdo função do 2º grau. Também achei muito interessante o envolvimento com Física, pois jamais imaginaria que pudesse existir relação entre as matérias Física e Matemática. Só tenho a agradecer essa atividade criativa e de alta qualidade e muito aprendido”*.

Por meio do relato do estudante é possível perceber que ele apresentava dificuldades referentes à construção dos gráficos e que depois das atividades realizadas foi mais fácil compreender o conteúdo função do 2º grau. Acredita-se que a dificuldade na construção dos

gráficos seja decorrente do não entendimento dos conceitos da função do 2º grau, pois o conteúdo foi apresentado como forma de “modelo de resolução de um algoritmo”, somente com a utilização de fórmulas e resolução de exercícios de fixação como forma de aprendizado. O estudante também ressalta que “*jamais imaginou que pudesse haver relação entre as matérias Física e Matemática*”. Assim, é possível concluir que a utilização das tecnologias auxiliou na compreensão dos conceitos da função do 2º grau possibilitando uma maior relação entre as disciplinas Física e Matemática.

A quinta questão objetivava conhecer a opinião dos estudantes quanto a utilização de tecnologias digitais na educação.

Gráfico 12 - Resultado da questão cinco do questionário on-line



Fonte: elaborado pela autora, 2017.

É possível afirmar que a maioria dos alunos, ou seja (76,2% + 9,5%) acreditam que a tecnologia contribui para o processo de ensino e aprendizagem. Acredita-se que os alunos que responderam “*talvez, em metade das vezes, mais ou menos*”, ou seja, 14,3% são mais receptivos a metodologia tradicional, dando preferência a aulas expositivas e a realização de exercícios como forma de aprendizado, talvez por essa ser a prática mais corriqueira ao longo de sua vida escolar.

Foi possível observar na realização das atividades que em muitos momentos a presença da metodologia tradicional de ensino apareceu, como por exemplo, o conceito de pesquisar, entendido como reproduzir a informação e o papel do professor de dizer se a resposta estava certa ou errada. Por isso, em vários momentos nas realizações das atividades foi necessário o professor-pesquisador intervir, colocando o objetivo da atividade, questionando os alunos, solicitando que o grupo dialogasse e elaborasse hipóteses e refletisse sobre os resultados

obtidos. Esse fato é apresentado através do parecer final de um dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas: *“Eu gostei muito das atividades desenvolvidas em sala de aula, no começo eu achei um pouco complicado, mas depois com a ajuda da professora consegui e conclui todas as atividades com êxito. Gostei muito do conteúdo e principalmente da forma com que o conteúdo foi trabalhado, foi legal e divertido. Achei muito importante essa forma de ensino, pois adquiri um ótimo conhecimento”*.

É possível observar a partir do parecer do estudante que ele reconhece que as atividades apresentaram certo grau de dificuldade, mas que através do diálogo e dos questionamentos do professor foi possível obter êxito na realização das atividades.

Dessa forma é possível concluir que a utilização de diferentes recursos tecnológicos promoveu uma maior qualidade no ensino, por meio de suas amplas possibilidades, desenvolvendo práticas que não se restringem em transmissões, repetições e memorizações dos conteúdos. Além disso, a sua utilização favorece o trabalho pedagógico no sentido de fortalecer e atender as especificidades de uma formação voltada para o mundo do conhecimento, na qual as pessoas sejam capazes de tomar decisões, de desenvolver a autonomia, de buscar soluções frente a situações-problema, de lidar com a vasta gama de conhecimentos, enfim, de se adequar a esta sociedade de constante mutação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às várias e diferentes tecnologias digitais existentes e disponíveis atualmente, tal como 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 conhecimento. Nesse contexto, torna-se urgente e desafiador estimular processos criativos na aprendizagem fazendo uso de diferentes tecnologias existentes.

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 metodologia 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 metodologia 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 os alunos visualizarem a 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.

Ao observar o comportamento dos estudantes no desenvolvimento das atividades, percebeu-se em vários momentos da aplicação da sequência didática, vestígios da maneira tradicional na qual os conteúdos são aprendidos, como por exemplo, pesquisar significava apenas copiar as informações fornecidas pelo *site* e o papel do professor voltado para dizer se a resposta estava certa ou errada.

Dentro dessa experiência didática, foi verificado que o uso de diferentes recursos tecnológicos em uma aula de Matemática pode contribuir para o aprendizado dessa disciplina. O aprendizado utilizando diferentes recursos tecnológicos possibilita que os alunos possam manipular, interagir, visualizar, verificar, refletir e construir situações que os auxiliem no processo de construção de conhecimento, permitindo mudança de postura de passivo para ativo 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.

O trabalho realizado nesta pesquisa limitou-se ao ensino da função polinomial do 2º utilizando conceitos físicos como forma de contextualizar o ensino da Matemática. Como um possível trabalho futuro, acredita-se que pode se estender esta pesquisa para as demais funções existentes como a função do primeiro grau, exponencial e logarítmica. As funções matemáticas estão diretamente ligadas aos fenômenos físicos e esta investigação serviu como base para a construção de novas atividades, tendo como foco estabelecer relações nas diferentes áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, E. *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?*. MIT Media Lab, 2001.
- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. *Revista vértices*, v. 10, n. 1, jan./dez. 2008. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/outros/Aguiar_Rosane.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- ALARCÃO, I. *Professores Reflexivos em uma Escola Reflexiva*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- 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. 2016.
- ARAÚJO, M. I. de M. Uma abordagem sobre as tecnologias da informação e da comunicação na formação do professor. In: MERCADO, L; KULLOK, M. *Formação de professores: política e profissionalização*. Maceió: EDUFAL, 2004.
- BACAROGLO, M. *Robótica Educacional: uma metodologia educacional*. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Informática na educação). Universidade Estadual de Londrina. Londrina-Paraná, 2005. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA10_ID6248_17082016221631.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2017.
- BECKER, F. *O que é o construtivismo?* Ideias, n. 20. São Paulo: FDE, 1994.
- BENAIM, D. *Memorandum for Dalton School's Educational Policy Committee*. nov. 1995.
- BENITTI, F. B. et al. Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio. In: CONGRESSO DA SBC, XXX, 2009. *Anais...* Disponível em: <<http://robofab.inf.furb.br/robofab/artigos/robofab/wie2009.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2016.
- BINOTTO, C.; SÁ, R. A. de. Tecnologias digitais no processo de alfabetização: analisando o uso do laboratório de informática nos anos iniciais. *Práxis Educacional*. Vitória da Conquista, v. 10, n. 17 p. 315-332 jul./dez. 2014.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: _____ *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Porto Editora, 1994.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.
- _____; ARAÚJO, J. L. *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROOKS, J. G.; BROOKS, M. G. *Construtivismo em sala de aula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática: Limites e possibilidades. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/729/328>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

CARDOSO, G. M. M. Trajetória formativa: entrelaçando saberes... estudo do meio como lugar de aprendizagem do/discente. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*. Sorocaba, v. 14, n. 3, p. 713-726, nov. 2009.

COLL, C. et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 2001.

CURY, T. E.; HIRSCHMANN, D. R. *Ensino da matemática através do Arduino*, 2014. Disponível em: <<http://www.thiagocury.eti.br/arquivos/artigo-arduinoxmatematicav1.8.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CRUZ, J. M. O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. *Educação & Sociedade*. Campinas, v. 29, n. 105, p. 1023-1042, set./dez. 2008.

D'ABREU, J. V. V. Disseminação da robótica pedagógica em diferentes níveis de ensino. *Revista Educativa Nova Odessa*, v. 1, n. 1, p. 11-16, dez. 2004.

D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 23. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

FAGUNDES, L. *Novo paradigma para a educação*. TIC EDUCAÇÃO, 2011. Disponível em: <<http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2011.pdf>> Acesso: 05 out. 2016.

FERNANDES, S. da S. *A contextualização no ensino da Matemática: um estudo com alunos e professores do ensino fundamental da rede particular de ensino do Distrito Federal*. 2006. Disponível em: <<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22006/SusanadaSilvaFernandes.pdf>> Acesso em: 16 set. 2016.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

FRANCO, S. R. K. *O construtivismo e a educação*. 4. ed. (revista ampliada). Porto Alegre: Mediação, 1995.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALLO, S. Transversalidade e educação: pensando uma educação não-disciplinar. In: ALVES, N.; GARCIA, R. L. (Orgs.) *O sentido da escola*. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 17-39.

GARDNER, H. *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. Trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GARRIDO, E. Sala de aula: espaço de construção do conhecimento para o aluno e de pesquisa e desenvolvimento profissional para professor. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. de (Orgs.). *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001. p. 125-139.

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. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bpkn/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf>>. Acesso: 03 nov. 2015.

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. 2016.

LIEBERKNECHT, E. A. *Robótica Educacional*. 2009. Disponível em: <<http://www.portalrobotica.com.br/portal/index.php/robotica-educacional>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

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

MACHADO, M. T. G. *Parábolas- Curvas preciosas*. 2008. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_mirtes_tam_y_gomes_machado.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

MAGELA, G. *O uso do computador na educação como uma ferramenta, aliada aos softwares educativos no auxílio ao ensino e aprendizagem*. 2008. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0021.html>> Acesso em: 10 jan. 2016.

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. 2016.

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

MENDES, F. R. *Tecnologia e construção de conhecimento na sociedade da informação*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2007. Disponível em:

<<http://www.uel.br/pos/mestrededu/images/stories/downloads/dissertacoes/2007/2007%20-%20MENDES,%20Flavio%20Ramos.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

MOÇO, A. Discurso vazio: as expressões que poucos sabem o que significam. *Revista nova escola* (on-line), 2008. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/discursos-vazio-466745.shtml?page=2>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

MORAN, J. *Desafios que as tecnologias digitais nos trazem*. 2013. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/desaf_int.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.

_____. Educação híbrida: um conceito-chave para a educação hoje. In: BACICH, L; NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 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. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/770/71>>. Acesso: 05 dez. 2016.

OLIVEIRA, A. M. de. *O uso do Geogebra no ensino de funções do primeiro e do segundo grau*. 2014. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Pará, Abaetetuba - PA, 2014.

ONUCHIC, L. R. A Resolução de Problemas e o trabalho de ensino-aprendizagem na construção dos números e das operações definidas sobre eles. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8. 2004, Recife, *Anais...* Recife, 2004. Disponível em: <<http://www.sbembrasil.org.br/files/viii/pdf/07/MC03171280868.pdf>> Acesso em: 05 fev. 2016.

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.

PERANZONI, V. C.; CAMARGO, M. A. S. Proposta construtivista: um desafio sempre atual. *Revista Digital*. Buenos Aires, año 16, n 161, oct. 2011. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd161/proposta-construtivista-um-desafio-sempre-atual.htm>> Acesso em: 03 abr. 2016.

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

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

_____. *Biologia e conhecimento*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

PINHO, S. T. de. et al. Método situacional e sua influência no conhecimento tático processual de escolares. *Motriz: Revista de Educação Física*, Rio Claro. v. 16, n. 3, p. 580-590, jul./set. 2010.

SAMPAIO, M. N.; LEITE, L. S. *Alfabetização tecnológica do professor*. Rio de Janeiro: Vozes, 2000.

SANTOS, R. de C. V. *Equações no contexto de funções: uma proposta de significação das letras no estudo da álgebra*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em ensino da Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/56823/000862600.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

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. Disponível em: <http://www.inf.pucminas.br/sbc2010/anais/pdf/wie/st06_02.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

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. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/856>>. Acesso em: fev. 2016.

SHINOBU, P. F. P. A interdisciplinaridade como ferramenta para superar a fragmentação do conhecimento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2014, Sorocaba, *Anais...* Sorocaba, SP, 2014. Disponível em: <https://www.uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/1_es_formacao_de_professores/46.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2016.

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. Disponível em: <<http://publicacoes.fatea.br/index.php/eccom/article/viewFile/594/424>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

SOLÉ, I.; COLL, C. *Os professores e a concepção construtivista*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

STEFANELLO, D. R. et al. A contribuição cognitiva da robótica educacional como ferramenta interdisciplinar no contexto do ensino superior. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (ABED), 19, 2013, Salvador. *Anais...* Salvador: ABED, 2013. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/categoriaf.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

TEIXEIRA, R. L. *A física nas escolas: do ensino tradicional ao ensino moderno*. (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, 2010. Disponível em: <http://www.fisicajp.unir.br/downloads/2000_tccrafaela.pdf> Acesso em: 10 jan. 2016.

VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/ Núcleo de Informática Aplicada à Educação-NIED, 1999.

ZABALZA, M. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

ZILLI, S. R. *A robótica educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e práticas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence>>.
Acesso em: 02 ago. 2017.

APÊNDICE A - Termo de consentimento**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa referente ao estudo da implementação de uma proposta didática sobre o estudo da Função Polinomial do 2º grau, de responsabilidade da pesquisadora Emília Casagrande, estudante do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo. Esta pesquisa busca qualificar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Matemática no ensino médio. As atividades serão desenvolvidas na escola durante os períodos da disciplina de Matemática.

Esclarecemos que a participação dele não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que ele e seu responsável receberão esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderão ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão registradas de forma escrita pelo professor-pesquisador. Os dados não irão conter qualquer identificação do seu filho e, portanto, você terá a garantia do anonimato dele na pesquisa.

Caso tenha qualquer dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável e orientador do estudo, Dr. Marco Antonio Sandini Trentin, pelo telefone (54) 3316 8363.

Dessa forma, se você concordar que seu filho participe da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

Passo Fundo, ____ de setembro de 2016.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____.

RG e nome do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE B - Questionário de sondagem**QUESTIONÁRIO DE SONDA GEM**

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

Respon da o questionário:

1- Você estudou na 8° série a função do 2° grau? sim não não lembro**2-** De que maneira o professor ensinou o conteúdo função polinomial do 2° grau?**3-** Qual é a tua opinião sobre esta metodologia utilizada pelo professor?**4-** Você estudou a aplicação da função do 2° grau na 8° série? sim não não lembra não estudou**5-** Você aprendeu a resolver a fórmula de Bháskara? sim não não lembra não estudou**6-** Você sabe alguma situação do teu cotidiano que a função do 2° grau está presente? sim não não lembra não estudou**7-** Se você já estudou a função polinomial do 2° grau, construa o gráfico da função $y = x^2 - 7x + 6$ e calcule:

- a) Os zeros da função;
- b) As coordenadas do vértice;
- c) Construa o gráfico da função.

APÊNDICE C - Questionário de conceitos**QUESTIONÁRIO DE CONCEITOS**

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

1- Pesquise sobre os conceitos e responda com as suas palavras:

a) O que é uma grandeza física? Cite 3 exemplos.

b) O que é aceleração gravitacional?

c) Pesquise sobre o conceito de função e cite 3 exemplos.

d) O que você entende por pressão atmosférica? Pode explicar situações vivenciais em que sua presença pode ser percebida?

2- Como é feita a representação dos pontos no sistema de eixo cartesiano?

APÊNDICE D - Questionário de aula prática**QUESTIONÁRIO DE AULA PRÁTICA**

Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

Analisar o experimento do lançamento do RT e responder:

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 ?

APÊNDICE E - Questionário de interpretação**QUESTIONÁRIO DE INTERPRETAÇÃO**

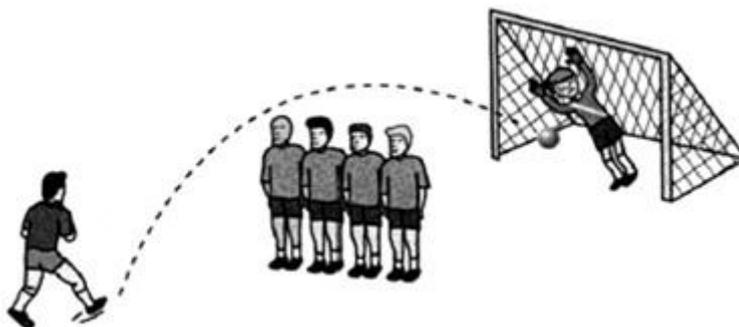
Nome: _____ Turma: _____ Data: _____

Analise o gráfico da posição do RT (altura *versus* tempo) e responda:

- 1- Qual é a forma gráfica da curva?
- 2- Em relação à altura máxima do gráfico, você pode concluir que a parábola tem a concavidade voltada para _____.
- 3- Analisando a curva, em quais intervalos de tempo a função é crescente e decrescente?
- 4- Analisando a curva, o que acontece com a altura com o passar do tempo?
- 5- De forma geral a curva é crescente ou decrescente?
- 6- Quais os instantes em que o RT está no chão?
- 7- Qual a maior altura que você pode observar no gráfico?
- 8- Em que instante que gerou a maior altura?
- 9- Em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e o eixo y ?
- 10- Qual é o domínio e a imagem da função?
- 11- Qual é o motivo de quando lançamos o RT para cima após um determinado intervalo de tempo ela começa a cair?

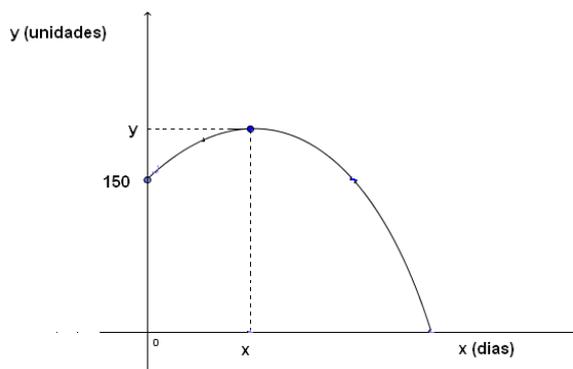
APÊNDICE F - Situações-problema**SITUAÇÕES-PROBLEMA**

- 1- A trajetória da bola, em um chute a gol, descreve uma parábola. Supondo que sua altura h , em metros, t segundos após o chute, seja dada por $h = -t^2 + 6t$. Construa o gráfico da função e responda as seguintes questões:



- a) Em que instante a bola atinge a altura máxima?
- b) Qual é a altura máxima atingida pela bola?
- c) Em que instantes a bola chega ao chão?
- 2- Suponha que o grilo, ao saltar do solo, tenha sua posição no espaço descrita em função do tempo (em segundos) pela expressão $h(t) = 3t - 3t^2$, em que h é a altura atingida em metros. Construa o gráfico da função e responda as seguintes questões:
- a) Em que instante t o grilo retorna ao solo?
- b) Qual é a altura máxima em metros atingida pelo grilo?
- c) Em que instante o grilo atingiu a altura máxima?

- 3- Uma loja faz campanha publicitária para vender seus produtos importados. Suponha que x dias após o término da campanha, as vendas diárias tivessem sido calculadas segundo a função $V = -2t^2 + 20t + 150$, conforme o gráfico.



Calcule:

- Depois de quantos dias, de encerrada a campanha, a venda atingiu o valor máximo.
- Qual é o maior valor que as vendas atingiram?
- Depois de quantos dias as vendas se reduziram a zero.

APÊNDICE G - Questionário de avaliação

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Responda as questões abaixo, atribuindo valores de 1 a 5, sendo que:

- 1 – Não; nunca; nada.
- 2 – Provavelmente não; acho que não; quase nunca.
- 3 – Talvez; em metade das vezes; mais ou menos.
- 4 – Quase sempre; acho que sim.
- 5 – Sim; sempre; com certeza.

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Você acha que o experimento contribuiu para melhor entendimento do conteúdo função do 2º grau? | | | | | |
| Quanto à metodologia utilizada pelo professor (utilizando diferentes tecnologias), você acha que ela contribuiu para melhor entendimento do conteúdo função do 2º grau? | | | | | |
| Você conseguiu entender uma das aplicações da função do 2º grau? | | | | | |
| Você acha que o experimento irá ajudar a compreender conteúdos de outras áreas do conhecimento como física? | | | | | |
| Você considera importante o uso da tecnologia na educação? | | | | | |

Escreva um parecer sobre as atividades desenvolvidas

A seguir são apresentados os Pareceres finais dos estudantes em relação às atividades desenvolvidas:

Estudante 1: *Espero que atividades como essa sejam repetidas mais vezes para nosso melhor entendimento da matéria.*

Estudante 2: *Eu gostei das atividades. Aprendi a resolver a fórmula de Bháskara de um jeito fácil que eu não sabia. Aprendi a fazer os gráficos, com valores decimais, o que sempre tive dificuldade. Acho que deveria ter mais atividades dessa forma, porque aprofunda mais os nossos conhecimentos.*

Estudante 3: *Eu adorei a forma que as atividades foram desenvolvidas, partindo do diálogo da nossa participação. Eu acho que deveria ter mais aulas assim, gostei muito das aulas, elas foram divertidas e descontraídas e por isso consegui aprender melhor.*

Estudante 4: *Foram atividades diferentes e legais, soube compreender um pouco mais sobre o conteúdo função do 2º grau. Uma das atividades que mais gostei foi o lançamento do RT, pois aprendi a montar o gráfico e a verificar se os valores referentes as coordenadas dos vértices estavam corretas. Adorei a oportunidade de fazer parte desse trabalho e aprender mais.*

Estudante 5: *Eu gostei e consegui entender mais o conteúdo com essas aulas. Entendi como fazer o gráfico da função, aprendi a resolver a equação do segundo grau de uma maneira diferente (o que salvou a minha vida, eu não sabia fazer direito) e o cálculo das coordenadas do vértice. Eu gostei muito dessas atividades.*

Estudante 6: *Gostei de todas as atividades, ajudou muito na compreensão do conteúdo, a soma e produto salvou a minha vida também. Espero ter mais atividades como essas.*

Estudante 7: *Achei muito interessante e criativo. Deveria ser usado sempre esse método.*

Estudante 8: *Eu achei muito legal, me ensinou muito.*

Estudante 9: *Uma das atividades que eu mais gostei foi a construção de gráficos, pois é um conteúdo que mais tenho dificuldade. E depois dessas atividades que a turma fez, foi bem mais fácil aprender e compreender o conteúdo função do 2º grau. Também achei muito interessante o envolvimento com física, pois jamais imaginaria que pudesse existir relação entre as matérias Física e Matemática. Só tenho a agradecer essa atividade criativa e de alta qualidade e muito aprendido.*

Estudante 10: *Eu adorei as atividades, elas foram desenvolvidas de forma simples e por isso consegui entender o conteúdo.*

Estudante 11: *Eu gostei muito das atividades desenvolvidas em sala de aula, no começo eu achei um pouco complicado, mas depois com a ajuda da professora consegui e concluí todas as atividades com êxito. Gostei muito do conteúdo e principalmente da forma com que o conteúdo foi trabalhado, foi legal e divertido. Achei muito importante essa forma de ensino, pois adquiri um ótimo conhecimento.*

Estudante 12: *Nas atividades nós revisamos alguns conceitos que não tinha entendido. As atividades foram legais, podem me ajudar no futuro.*

Estudante 13: *As atividades proporcionadas foram um método muito legal, deu para entender e esclarecer as minhas dúvidas.*

Estudante 14: *Eu aprendi a fazer os gráficos, a colocar os pontos no lugar certo. Achei legal juntar a tecnologia com a Matemática.*

Estudante 15: *Achei muito perspicaz a fórmula de soma e produto, com toda certeza irá me ajudar futuramente. Também ficou bastante esclarecido o gráfico, eu tinha muitas dúvidas.*

Estudante 16: *Foi muito bom porque eu entendi a matéria que antes eu não tinha entendido. Gostei demais das atividades, adorei soma e produto, o que facilitou a minha vida.*

Estudante 17: *Gostei muito, aprendi a fazer o gráfico. Ajudou a esclarecer dúvidas sobre a matéria. Gostei mais do último dia em que tivemos mais de 4 atividades.*

Estudante 18: *Eu achei muito boas as atividades, nos ajudou bastante a aprender a função do 2º grau. Aprendi melhor, foi um jeito novo, diferente. Gostaria de aprender mais assim.*

Estudante 19: *Essas atividades foram bem importantes para o nosso futuro e para melhor entendimento da matéria.*

Estudante 20: *As atividades foram muito legais, me ajudou a entender melhor a matéria que eu estava com dificuldade. Eu achei interessante a nova maneira de resolver a equação do 2º grau, por soma e produto é mais acessível e dá para verificar se o cálculo está certo.*

Estudante 21: *A minha opinião sobre os trabalhos desenvolvidos com a professora Emília foi muito bom, tivemos muito aprendizado com as atividades desenvolvidas.*

PRODUTO EDUCACIONAL

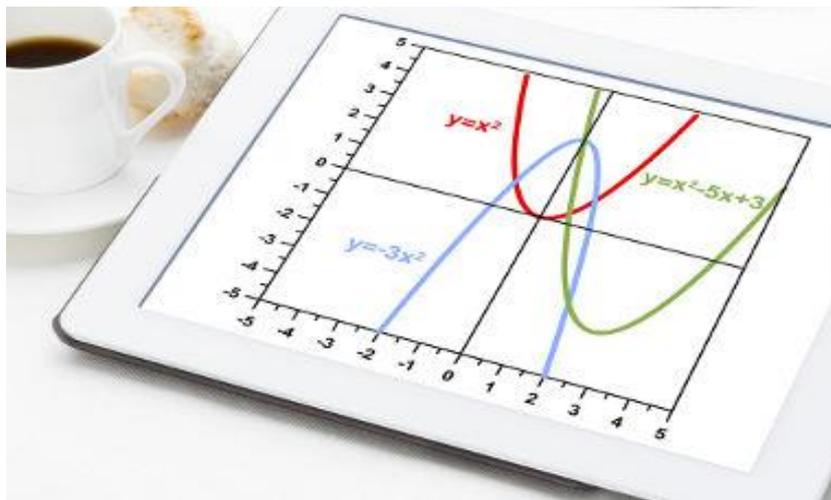
O Produto Educacional encontra-se disponível no endereço:

http://ppgecm.upf.br/images/pdf/ProdutosDeDissertacoes/Emilia_PRODUTO.pdf

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO-UPF
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA- PPGECEM

Emília Casagrande

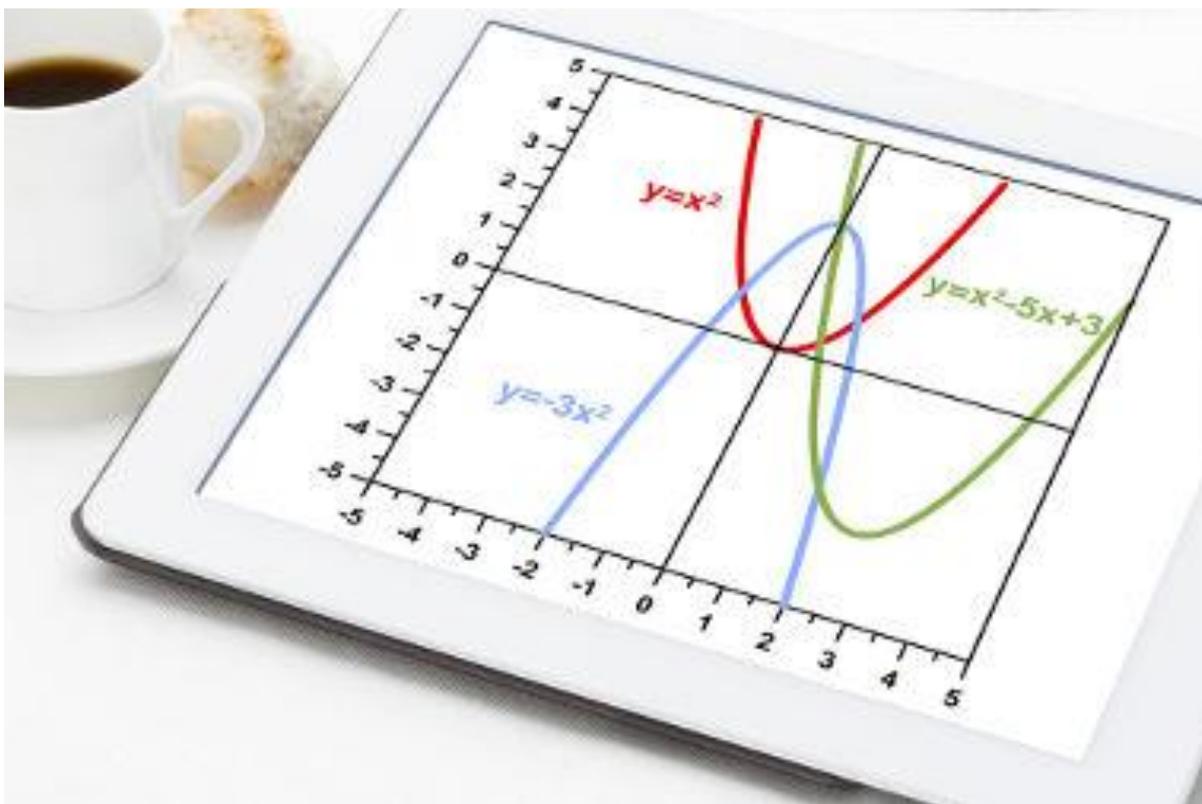
O ENSINO DO CONTEÚDO
FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU
COM UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES
TECNOLOGIAS DIGITAIS



Passo Fundo

2017

O ENSINO DO CONTEÚDO FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU COM UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DIGITAIS



Material elaborado por Emília Casagrande como produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática sob a orientação do professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Passo Fundo

2017

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 3 |
| 2 ARDUINO: PLATAFORMA LIVRE E BARATA PARA ROBÓTICA | 4 |
| 2.1 Método utilizado para a construção do Recurso Tecnológico (RT)..... | 4 |
| 2.2 Planilha Eletrônica | 7 |
| 2.3 Programa de Simulação - Phet..... | 8 |
| 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 10 |
| 3.1 Primeira atividade: questionário de sondagem | 10 |
| 3.2 Segunda atividade: questionários de conceitos | 11 |
| 3.3 Terceira atividade: questionário de aula prática..... | 12 |
| 3.4 Quarta atividade: construção e interpretação do gráfico da posição do RT | 13 |
| 3.5 Quinta atividade: construção do gráfico da posição do RT na planilha eletrônica | 13 |
| 3.6 Sexta atividade: definição da função polinomial do 2° grau | 14 |
| 3.7 Sétima atividade: Resolução das situações-problema | 16 |
| 3.8 Oitava atividade: questionário de avaliação | 18 |

1 PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ao longo da produção da dissertação foi realçada a importância de promover reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Matemática, como alternativa de tornar significativo esse componente curricular na educação básica. Verificou-se a necessidade de propor alternativas metodológicas que contribuam para o desenvolvimento do estudante, tornando-os ativos no processo de construção do conhecimento. Nesse contexto, as tecnologias podem contribuir.

A asserção do trabalho é desenvolver uma proposta pedagógica a ser trabalhada no primeiro ano do ensino fundamental com o conteúdo função polinomial do 2º grau utilizando diferentes recursos tecnológicos. A seguir são apresentados os recursos tecnológicos utilizados e a sequência didática elaborada para o estudo, que constitui o produto educacional da dissertação.

2 ARDUINO: PLATAFORMA LIVRE E BARATA PARA ROBÓTICA

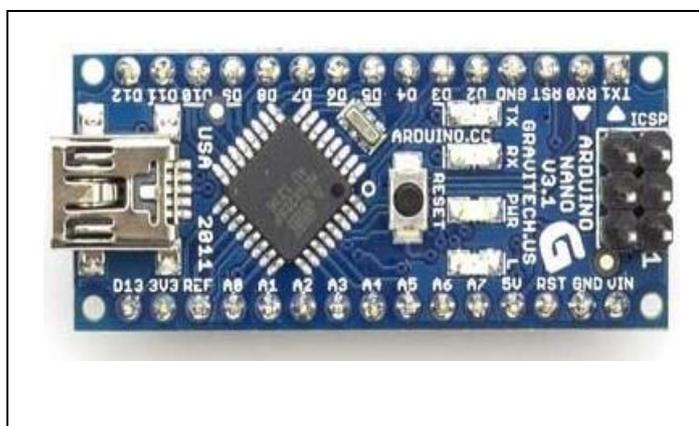
Atualmente, o Arduino vem impulsionando a utilização da robótica nas escolas por ser uma tecnologia simples, expansível e de baixo custo. Esta plataforma tem apresentado um potencial didático importante e pode ser aplicada na educação nos mais diversos níveis de ensino, auxiliando na criação de diversos projetos que necessitam da tecnologia (KALIL, 2013).

Como uma das aplicações do conteúdo função polinomial do 2º grau é o estudo de lançamento de projéteis estudado em Física, pensou-se na construção de um projeto utilizando a placa de Arduino como forma de contextualizar o ensino da Matemática e propor maior relação entre as disciplinas de Física e Matemática. Dessa forma, foi construído pelo grupo de estudos da Universidade de Passo Fundo (Gepid) um recurso tecnológico, denominado aqui neste trabalho de RT. A seguir é apresentado o método utilizado para a construção desse recurso.

2.1 Método utilizado para a construção do Recurso Tecnológico (RT)

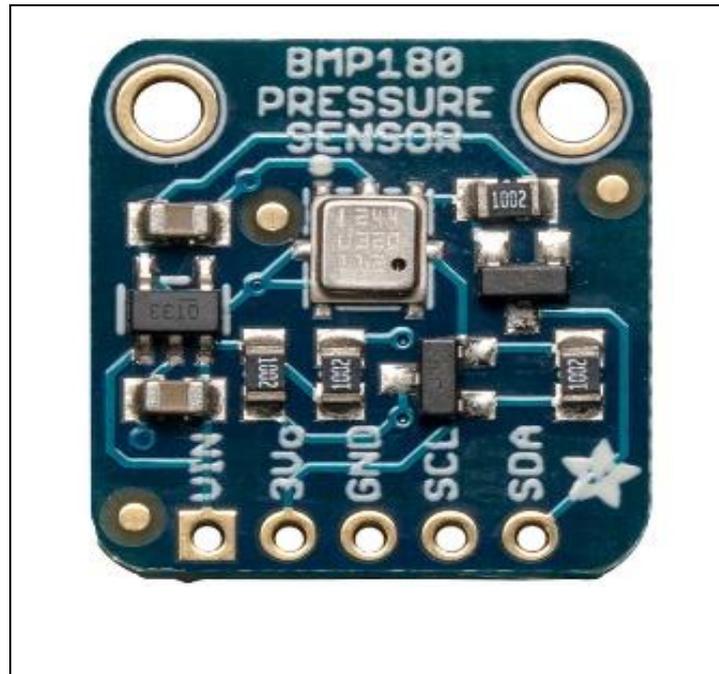
Através do lançamento do RT é possível obter dados como altura e tempo. Para a sua construção, foram utilizados os seguintes componentes: Arduino Nano (Figura 1), sensor barométrico BMP180 (Figura 2), dois botões do tipo *switch* e uma bateria. A (Figura 3) representa o esquemático do dispositivo.

Figura 1: Arduino Nano



Fonte: arquivo pessoal, 2016

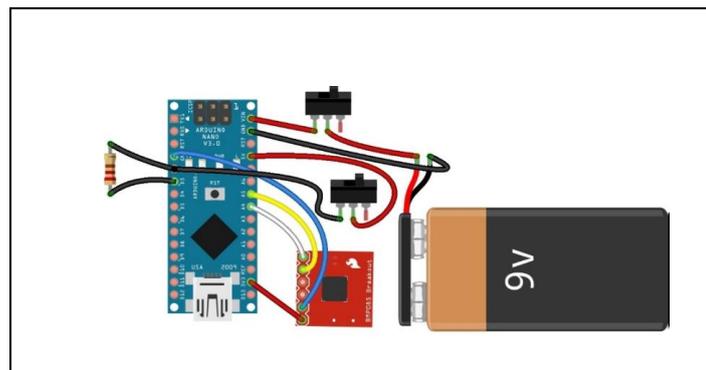
Figura 2: Sensor BMP180



Fonte: arquivo pessoal, 2016

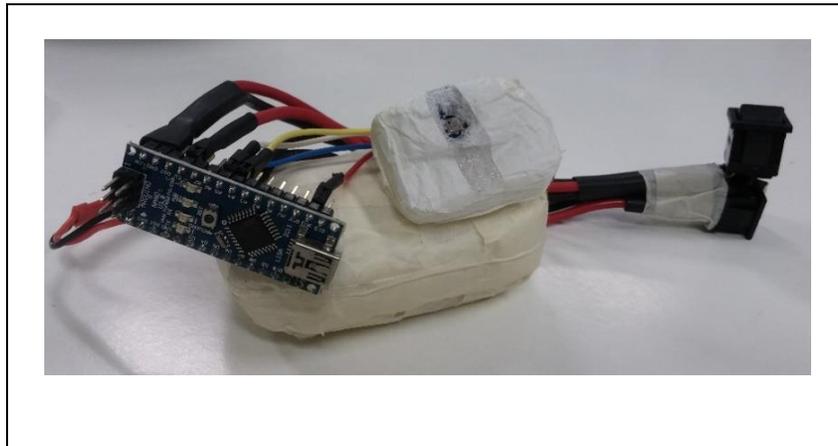
Uma vez montado o dispositivo (Figura 4), o sensor capta dados a cada 100 m e repassa ao Arduino. Cabe ressaltar que o BMP180 não registra a altitude, e sim a pressão atmosférica. Porém, a partir das diferentes medições, se consegue determinar a altitude. Ao final do lançamento, esses dados são passados do Arduino para o computador, possibilitando obter dados como altura e tempo como mostra a figura 5.

Figura 3: Esquemático do dispositivo



Fonte: arquivo pessoal, 2016

Figura 4: Aparato completo com seus componentes protegidos



Fonte: arquivo pessoal, 2016

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, 2016

Esse dispositivo foi protegido e embalado (Figura 6) para que quando caísse no chão não fosse danificado.

Figura 6: Dispositivo protegido e embalado.



Fonte: arquivo pessoal, 2016

Outra sugestão para obter a posição de um objeto em diferentes intervalos de tempo é através do software Tracker⁶.

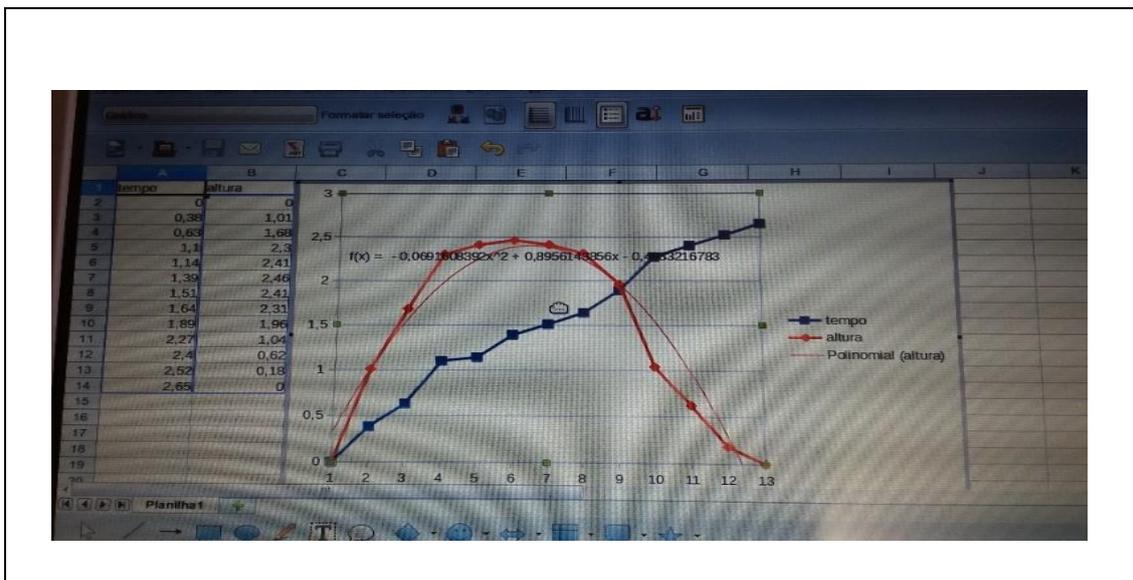
2.2 Planilha Eletrônica

Uma Planilha Eletrônica é um tipo de programa de computador que utiliza tabelas para a realização de cálculos ou apresentação de dados. Cada tabela é formada por uma grade composta de linhas e colunas. Utiliza-se planilha eletrônica para criar tabelas com cálculos, fórmulas e também gráficos.

A planilha eletrônica foi utilizada neste trabalho para a construção do gráfico da posição do RT (altura x tempo), para se trabalhar a análise gráfica no desenvolvimento dos conceitos da função do 2º grau como mostra a figura 7.

⁶Disponível em: <<http://physlets.org/tracker/>>.

Figura 7: Gráfico da posição do RT construído através da planilha eletrônica

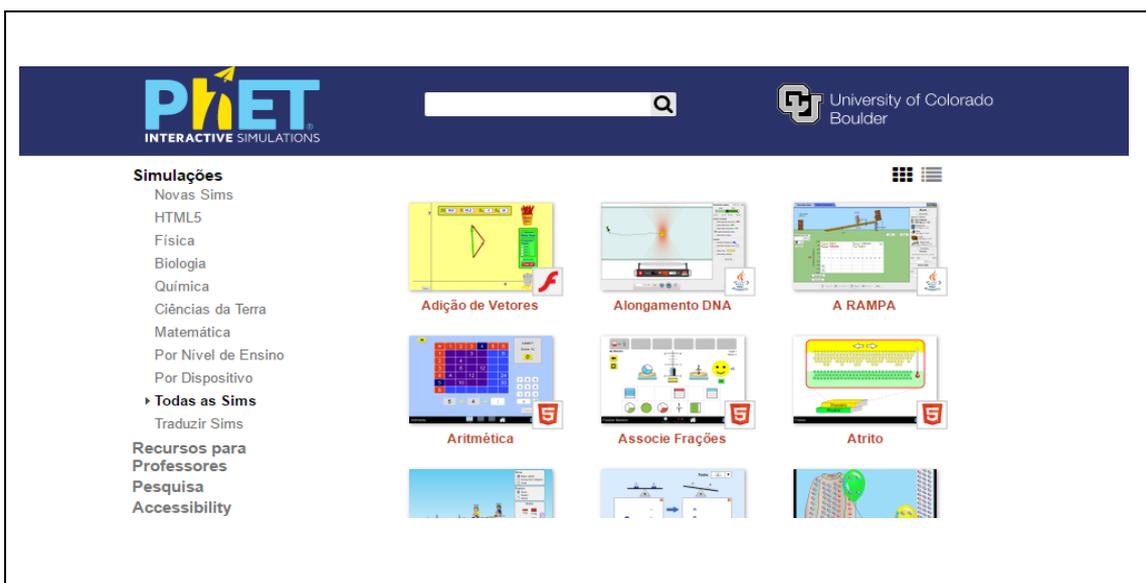


Fonte: arquivo pessoal, 2016

2.3 Programa de Simulação - Phet

O programa de simulação Phet⁷ é um repositório de Objetos de Aprendizagem gratuito, contendo uma grande variedade de simulações interativas nas diferentes áreas do saber, tais como Física, Matemática, Química, dentre outras, como mostra a figura 8.

Figura 8: Simulador Phet

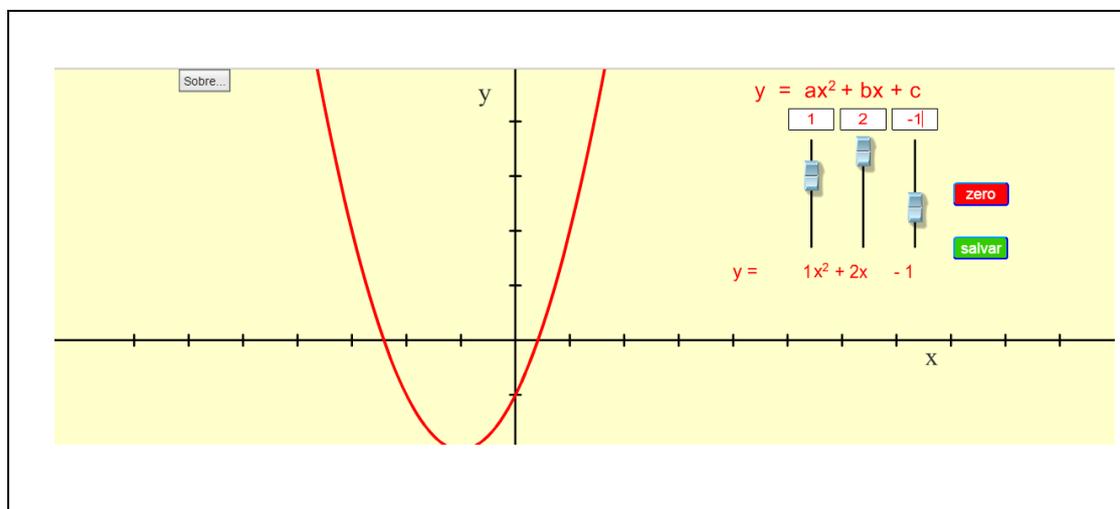


Fonte: Site Phet, 2016.

⁷Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

Neste trabalho, foi utilizado o simulador *Equation- Grapher*⁸ para trabalhar a variação dos coeficientes numéricos “a”, “b” e “c” na equação do 2º grau.

Figura 9: Simulador *equation grapher*



Fonte: arquivo pessoal, 2016

⁸Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/equation-grapher/equation-grapher_pt_BR.html>.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O presente trabalho faz parte de uma produção didática – produto educacional - e é composta por oito atividades:

3.1 Primeira atividade: questionário de sondagem

Orientações para o professor:

Esta atividade tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem referente ao conteúdo função polinomial do 2º grau.

Para dar início, o professor deverá entregar para os alunos o “questionário de sondagem” a fim de que sejam respondidos individualmente. A medida que os alunos vão entregando os questionários, o professor pode ir avaliando. Caso perceba que uma parcela relevante de alunos apresenta dificuldades quanto as questões abordadas no questionário, o professor poderá retomar alguns conceitos principais da função polinomial do 2º grau, como por exemplo, a fórmula de Bháskara.

Responda o questionário:

1- Você estudou na 8º série a função do 2º grau?

sim não não lembro

2- De que maneira o professor ensinou o conteúdo função polinomial do 2º grau?

3- Qual é a tua opinião sobre esta metodologia utilizada pelo professor?

4- Você estudou a aplicação da função do 2º grau na 8º série?

sim não não lembra não estudou

5- Você aprendeu a resolver a fórmula de Bháskara?

sim não não lembra não estudou

6- Você sabe alguma situação do teu cotidiano que a função do 2º grau está presente?

() sim () não () não lembra () não estudou

7- Se você já estudou a função polinomial do 2º grau, construa o gráfico da função $y = x^2 - 7x + 6$ e calcule:

- d) Os zeros da função.
- e) As coordenadas do vértice.
- f) Construa o gráfico da função.

3.2 Segunda atividade: questionários de conceitos

Orientações para o professor:

Essa atividade tem como objetivo relembrar alguns conceitos físicos e matemáticos que são base para as próximas atividades.

Para o desenvolvimento da atividade, o professor deverá solicitar que os alunos formem grupos de no máximo três integrantes. Logo após, levar os alunos para o laboratório de informática, entregar o “questionário de conceitos” e solicitar que respondam utilizando o computador como fonte de pesquisa.

Posteriormente, cada representante do grupo terá que expor seus achados, sendo que neste momento o professor poderá intervir, explanando os elementos teóricos pertinentes aos conceitos pesquisados.

Observação: É importante ressaltar para os alunos que eles não irão copiar as respostas pesquisadas tal qual nos sites. Mas sim, refletir, pesquisar em outros sites para verificar a veracidade das informações e assim elaborar com suas palavras um significado próprio e pessoal de cada conceito pesquisado.

3- Pesquise sobre os conceitos:

- e) O que é uma grandeza? Cite 3 exemplos.

- f) O que é aceleração gravitacional?
 - g) Pesquise sobre o conceito de função e cite 3 exemplos.
 - h) O que é pressão atmosférica?
- 4- Como é feita a representação dos pontos no sistema de eixo cartesiano?

3.3 Terceira atividade: questionário de aula prática

Orientações para o professor:

O objetivo dessa atividade é associar os conceitos teóricos pesquisados na atividade anterior com aplicações práticas.

Sugere-se, nesta atividade, que os alunos sejam levados para o pátio da escola para que ao observarem o lançamento do Recurso Tecnológico - RT respondam o “questionário de aula prática”. A partir das respostas dos alunos o professor realizará intervenções com o intuito estabelecer relações dos conceitos teóricos com a prática e explicar uma das aplicações da função polinomial do 2º grau que é o lançamento de projéteis estudado em física.

Observação: É importante nessa atividade o professor retomar o conceito de função, da relação entre grandezas para que eles consigam estabelecer relações com o lançamento do RT.

Analise o experimento do lançamento do RT e responda:

1- Quais as grandezas envolvidas no lançamento do RT?

2- Ao lançarmos o RT, esse experimento representa uma função? 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 ?

3.4 Quarta atividade: construção e interpretação do gráfico da posição do RT

Orientações para o professor:

Sugere-se nesta atividade que os dados capturados pelo Arduino sejam entregues para os alunos. Assim, o professor solicita que a partir desses dados, cada um deles faça o esboço gráfico da função da posição do RT (altura *versus* tempo) no papel quadriculado.

Observação: É importante nesta atividade que os alunos entendam que o gráfico construído representa a posição do RT, ou seja, que a cada instante o RT está associado a uma altura.

3.5 Quinta atividade: construção do gráfico da posição do RT na planilha eletrônica

Orientações para o professor:

Orienta-se, nesta atividade, que os alunos sejam levados ao laboratório de informática para a construção do gráfico da posição do RT com a utilização da planilha eletrônica.

Ao finalizar a tarefa, o professor deve entregar o “Questionário de interpretação” para que os grupos de alunos responderem.

Observação: É importante o professor ressaltar para os alunos que o gráfico gerado pelo software não é perfeito, pois os dados obtidos com o lançamento do RT não são precisos, mas aproximados, pois, é o programa que faz a conversão da pressão atmosférica transformando em altitude. Além disso, existem forças que atuam em um corpo em movimento, como por exemplo, a resistência do ar, o que interferem na obtenção dos dados. No entanto, é possível gerar a linha de tendência dessa curva para “tratar os dados” e tornar uma curva perfeita. O professor também deve auxiliar os alunos a adicionar a equação da curva e assim construir junto aos alunos os conceitos da função do 2º grau, como, função crescente e decrescente, ponto de máximo e ponto de mínimo e condição de existência da função.

Analise o gráfico da posição do RT (altura *versus* tempo) e responda:

- 1- Qual é a forma gráfica da função do 2º grau?
- 2- Qual é a concavidade da função?
- 3- Quais os intervalos de tempo em que a função é crescente e decrescente?
- 4- O que acontece com a altura do RT com o passar do tempo?
- 5- Quais os instantes em que o RT está no chão?
- 6- Em qual instante o RT atingiu a altura máxima? Qual é essa altura máxima?
- 7- Observando o gráfico qual é o domínio e imagem da função?
- 8- Em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e o eixo y ?
- 9- Qual é o motivo de quando lançamos o RT para cima após um determinado intervalo de tempo ele começa a cair?

3.6 Sexta atividade: definição da função polinomial do 2º grau

Orientações para o professor:

Com essa atividade, se espera que os alunos consigam compreender os principais conceitos da função polinomial do 2º grau e a sua relação com a Física.

Tendo como objetivo explicar os conceitos da função polinomial do 2º grau, orienta-se o professor que construa no quadro o gráfico que os alunos fizeram na atividade anterior, para que sejam retomadas as questões abordadas, tendo em vista uma compreensão dos conceitos da função do 2º grau, tais como: a forma gráfica, a concavidade, o zero da função ou raiz da função, as coordenadas do vértice, o domínio e a imagem da função, pontos de máximo e de

mínimo, o ponto de intersecção com os eixos x e y , dentre outros conceitos que podem ser explorados.

Analise o gráfico da posição do RT (altura *versus* tempo) e responda:

1- Qual é a forma gráfica da função do 2º grau?

- Nesta questão os alunos devem responder que a função do 2º grau tem como forma gráfica uma parábola.

2- Qual é a concavidade da função?

- Os alunos devem concluir que o gráfico tem concavidade voltada para baixo.

3- Quais os intervalos de tempo em que a função é crescente e decrescente?

- Aqui os alunos precisam analisar o eixo x e assim responder os intervalos de tempo que a função cresce e decresce.

4- O que acontece com a altura do RT com o passar do tempo?

- O aluno deve perceber que a altura vai aumentando até alcançar seu ponto mais alto e depois diminui. Dessa forma o professor concluirá com os grupos que a função é decrescente. Aqui também pode ser explicado o conceito de ponto máximo, ou seja, o maior ponto que a curva assume.

5- Quais os instantes em que o RT está no chão?

- Os estudantes deverão analisar o gráfico e chegar a compreensão que, se o RT estava no chão significa que a sua altura é igual a zero. Assim, será explicado o conceito de zero da função ou raiz da função.

6- Em qual instante o RT atingiu a altura máxima? Qual é essa altura máxima?

- Neste momento, o professor define o conceito de coordenadas do vértice dando ênfase sobre a simetria da curva em relação a esse ponto. O aluno também deverá perceber que o ponto x_v representa o ponto médio entre as raízes ou zeros da função e que calculando a imagem desse ponto obtêm-se o y_v .

7- Observando o gráfico qual é o domínio e imagem da função?

- Nesta questão o aluno deve chegar à compreensão que o gráfico trata de dados referentes a fenômeno da natureza e que por isso não pode existir tempo negativo e nem altura negativa. Portanto, nesse caso o domínio e imagem da função só podem assumir valores positivos.

8- Em que pontos o gráfico intercepta o eixo x e o eixo y ?

- *Aqui deverá ser retomado como é formado um ponto no plano cartesiano.*

9- Qual é o motivo de quando lançamos o RT para cima, após um determinado intervalo de tempo ele começa a cair?

- *Os alunos devem associar à aceleração gravitacional.*

Observação:

É importante destacar que neste momento não deve ser explicado nenhum conceito, e sim através do diálogo e da participação deve ser construído com os alunos uma representação pessoal sobre esses conceitos, como por exemplo do cálculo de zero ou raízes da função (que é o tempo em que o RT se encontra no chão, ou seja, a altura do RT é igual a zero), as coordenadas do vértice (o x_v que representa o instante da altura máxima e que pode ser calculado pelo ponto médio entre as raízes da função) e o y_v (a altura máxima do RT).

3.7 Sétima atividade: Resolução das situações-problema

Orientações para o professor:

Com essa atividade se espera que os alunos:

- Conheçam outras aplicações do conteúdo função polinomial do 2º grau,
- interpretem e resolvam as situações-problema propostas,
- entendam o papel dos coeficientes “a”, “b” e “c” da função do 2º grau;
- compreendam a condição de existência da função do 2º grau.

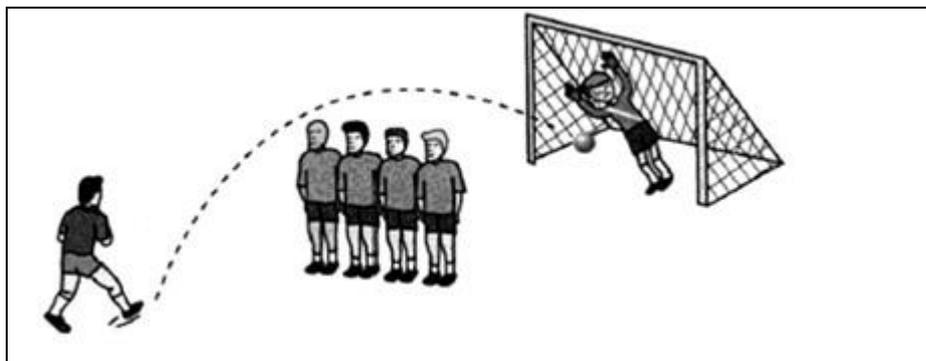
Nesta atividade, sugere-se que o professor retome a questão da aplicabilidade da função do 2º grau relacionando o conteúdo com o lançamento de projéteis estudado em Física. Também se sugere que os alunos sejam levados para o laboratório de informática a fim de que pesquisem sobre outras aplicações da função do 2º grau.

Após a conclusão da atividade, solicita-se que o professor entregue para os alunos três situações-problema para que eles resolvam e construam o gráfico manualmente no papel quadriculado. Em seguida, o professor auxilia os alunos a acessar o programa de simulação *Phet interactive simulations*, e a clicar na simulação na área da matemática *Equation-Grapher* a fim de verificar se os gráficos construídos no papel quadriculado coincidem com os gráficos gerados pelo simulador. Caso os gráficos não coincidam, o professor deverá solicitar que os

alunos procurem observar nos cálculos o motivo da divergência das respostas e que a partir disso construam um novo gráfico que representa a função.

Observação: Nessa questão o professor também poderá explorar os coeficientes a , b e c de uma função do 2º grau. Os alunos podem ser incentivados a aumentar e diminuir o valor dos coeficientes nos botões do simulador. Assim, poderá ser compreendido a variação gráfica dos coeficientes a , b e c da função quadrática e a sua condição de existência.

- 1- A trajetória da bola, em um chute a gol, descreve uma parábola. Supondo que sua altura h , em metros, t segundos após o chute, seja dada por $h = -t^2 + 6t$. Construa o gráfico da função e responda as seguintes questões:



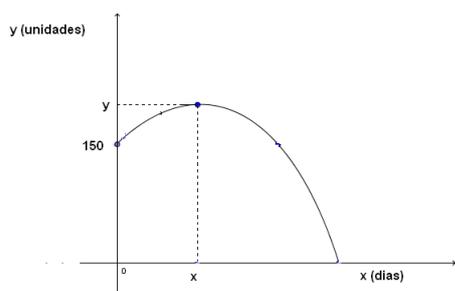
- Em que instante a bola atinge a altura máxima?
- Qual é a altura máxima atingida pela bola?
- Em que instantes a bola chega ao chão?

- 2- Suponha que o grilo, ao saltar do solo, tenha sua posição no espaço descrita em função do tempo (em segundos) pela expressão $h(t) = 3t - 3t^2$, em que h é a altura atingida em metros. Construa o gráfico da função e responda as seguintes questões:



- a) Em que instante t o grilo retorna ao solo?
- b) Qual é a altura máxima em metros atingida pelo grilo?
- d) Em que instante o grilo atingiu a altura máxima?

3- Uma loja faz campanha publicitária para vender seus produtos importados. Suponha que x dias após o término da campanha, as vendas diárias tivessem sido calculadas segundo a função $V = -2t^2 + 20t + 150$, conforme o gráfico.



Calcule:

- a) Depois de quantos dias, após encerrada a campanha, a venda atingiu o valor máximo?
- b) Qual é o maior valor que as vendas atingiram?
- c) Depois de quantos dias as vendas se reduziram a zero?

3.8 Oitava atividade: questionário de avaliação

Orientações para o professor:

Sugere-se que os alunos sejam levados para o laboratório de informática, a fim de que respondam o “questionário de avaliação das atividades” que se encontra no formato eletrônico. Este tem como objetivo avaliar se a realização do lançamento do RT possibilitou maior significação em relação aos conteúdos estudados.

Responda as questões abaixo, atribuindo valores de 1 a 5, sendo que:

1 – Não; nunca; nada;

2 – Provavelmente não; acho que não; quase nunca;

3 – Talvez; em metade das vezes; mais ou menos;

4 – Quase sempre; acho que sim;

5 – Sim; sempre; com certeza.

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Você acha que o experimento contribuiu para melhor entendimento do conteúdo função do 2° grau? | | | | | |
| Quanto a metodologia utilizada pelo professor (utilizando diferentes tecnologias), você acha que ela contribuiu para melhor entendimento do conteúdo função do 2° grau? | | | | | |
| Você conseguiu entender uma das aplicações da função do 2° grau? | | | | | |
| Você acha que o experimento irá ajudar a compreender conteúdos de outras áreas do conhecimento como a Física? | | | | | |
| Você considera importante o uso da tecnologia na educação? | | | | | |

Escreva um parecer sobre as atividades desenvolvidas
