

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

VAGNER LÚCIO PAULINO

**O SENTIDO QUE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO ATRIBUEM À ATIVIDADES DE
ENSINO MEDIADAS POR ROBÓTICA EDUCACIONAL**

JATAÍ, 2019

VAGNER LÚCIO PAULINO

**O SENTIDO QUE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO ATRIBUEM À ATIVIDADES DE
ENSINO MEDIADAS POR ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e para Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática.

Sub Linha de Pesquisa: Ensino de Física

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rodrigo Claudino
Diogo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

PAU/sen	Paulino, Vagner Lúcio. O sentido que alunos do ensino médio atribuem à atividades de ensino mediadas por robótica educacional [manuscrito] / Vagner Lúcio Paulino. -- 2019. 174 f.; il. Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo. Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2019. Bibliografias. Apêndices. 1. Robótica educacional. 2. Sentido da escola. 3. Educação básica. 4. Perspectiva histórico-cultural. 5. Intervenção pedagógica. I. Diogo, Rodrigo Claudino. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título. CDD 371.334
---------	--

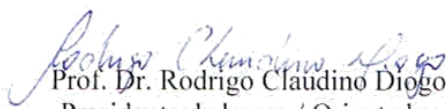
VAGNER LUCIO PAULINO

**O SENTIDO QUE OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO ATRIBUEM A ATIVIDADES
DE ENSINO MEDIADAS POR ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Esta dissertação foi defendida e aprovada, em 2 de julho de 2019, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo

Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás


Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza

Membro interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás


Profa. Dra. Camila Alberto Vicente de Oliveira

Membro externo

Universidade Federal de Goiás

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a quem é a responsável por ele existir, a quem mudou completamente minha vida, a quem no dia 01 de Dezembro de 2001, conheceu um metalúrgico e o amparou até hoje, 02 de Julho de 2019, quando passa a estar casada com um professor mestre. Esse trabalho é dedicado a você, minha amada esposa Valquíria!

AGRADECIMENTOS

A Deus:

Por ter cuidado de mim, quando mais precisei, por revelar-se todo dia aos meus olhos, através do que avistei e no meu coração, através do que vivenciei.

Ao Sr. Wilson e a Sra. Nelsa:

Meus pais, que por serem pessoas simples que conseguiram mudar de vida à custa de muita luta, me ensinaram a não desistir fácil e a acreditar que é também à custa de muito esforço, que conseguimos nossas vitórias.

Ao Vander e ao Valdir (*in memoriam*):

Meus irmãos, que mesmo muito distantes sempre são referências.

A Valquíria:

Minha paciente esposa, a principal responsável por essa conquista e que sabe mais do que ninguém o quanto foi difícil chegar até aqui. Não há palavras para agradecer tudo o que você me proporcionou. Te amo!

A Beatriz e a Amanda:

Minhas queridas filhas, pela colaboração na montagem dos protótipos, nos afazeres docentes, por aceitar minhas ausências, entender minha falta de paciência e a necessidade de um ambiente silencioso. Amo vocês, zezinhas!

Aos Amigos:

Que permaneceram junto de mim durante todo esse processo me apoiando, me incentivando. Vocês são demais!

Que se afastaram, porque não pude dar a atenção que mereciam. Perdoem-me, vocês estão fazendo falta!

Aos Professores do programa:

Pela competência e dedicação com as quais conduziram o início do processo que finda-se aqui. Em especial ao Prof. Dr. Paulo Henrique a quem sou muito grato pela empatia.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Claudino:

Meu orientador, que soube entender minha condição e escolher os momentos adequados para direcionar o meu trabalho. “Se enxerguei mais longe, foi porque eu estava sobre ombros de gigantes”.

Aos 20 companheiros:

Que junto comigo começaram a trilhar esse mesmo caminho há 3 anos, e que foram companheiros de estudos maravilhosos, vocês sumiram meus queridos!

A Cinara Cordeiro:

Minha Psicóloga, quem me conduziu de volta ao caminho e me fez acreditar que sim, eu sou capaz. Você é uma profissional incrível!

A Maria Vitória:

Amiga, que se disponibilizou em momento complicado e, por meio de terapia alternativa, cooperou muito com esse resultado. Como dizem: “É na adversidade que se revelam os grandes amigos!”

Aos meus coordenadores pedagógicos:

Por entender o momento, o qual eu estava vivendo, relevar os prazos perdidos. Muito obrigado pela paciência Luciana Borges, Maria de Lourdes, Ana Clara, Benite, Eleida, Mary e Vitalino.

A Marie, a Mileva e ao Galileo

Meus teraPETS, que foram meus companheiros em momentos de angústias, que têm me ensinado a ser mais paciente e menos explosivo e que me mostram todo dia a incondicionalidade do amor. Valeu piquituchos!

A todas as outras pessoas que colaboraram com essa conquista e cuja esgotada memória não me permitiu citá-los, tenham certeza de que nunca esquecerei as contribuições que deram.

E finalmente,



A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela bolsa formação, sem a qual seria impossível viabilizar essa pesquisa, pois foi com esse recurso que os *kits* de robótica utilizado nesse estudo foram adquiridos.

*O correr da vida embrulha tudo,
a vida é assim: esquentando e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.*
(Guimarães Rosa)

RESUMO

A sociedade contemporânea é marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. As tecnologias desenvolvidas, nos últimos anos, alteraram significativamente o modo de vida atual, no entanto a escola pública brasileira parece ter ficado alheia a essa evolução, ao desenvolvimento tecnológico que impactou diretamente no modo de vida. Para superar essa realidade, é necessário desenvolver novas metodologias que deem suporte a uma inserção eficiente destes aparatos tecnológicos na rotina escolar. Dentre essas tecnologias, está a Robótica Educacional. Robótica é uma área tecnológica que utiliza a matemática, a física e a informática para a sua execução e pode contribuir efetivamente com o desenvolvimento psicológico e cultural do aluno. Tendo em vista a Robótica Educacional como artefato mediador do processo de ensino e aprendizagem, esse trabalho teve como objetivo compreender o sentido que os alunos atribuem às aulas que tem a robótica como artefato mediador destas tarefas. Trata-se de pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica, na qual foram realizados experimentos de ensino que utilizaram os robôs LEGO Mindstorms® como artefato mediador, em uma disciplina eletiva, ministrada para dezoito alunos de uma escola pública de tempo integral de um município do Estado de Goiás. A disciplina eletiva foi ofertada no primeiro semestre de 2018. A coleta de dados foi realizada por meio de 2 questionários, uma entrevista em grupo e filmagem dos encontros. O primeiro questionário abordou questões sócio-demográficas e a relação do aluno com a escola, o segundo questionário foi aplicado após a realização da disciplina e abordou as experiências vivenciadas durante a eletiva de robótica. Além do questionário, foi realizada uma entrevista em grupo, no decorrer da disciplina, e teve como foco principal a utilização da robótica como artefato mediador do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados mostraram que os participantes da pesquisa têm entre 14 a 18 anos, sendo a maioria do sexo masculino (88,8%), a maior parte de cor parda, com renda familiar entre um e três salários mínimos. A maioria estudou, durante toda vida, em escola pública, e ingressaram na escola de tempo integral com o intuito de se preparar melhor para cursar o ensino superior. Quanto aos motivos para a escolha da disciplina de robótica pelos alunos, foram listados: ser uma aula diferente, ter interesse por tecnologia, ajudar na escolha de um curso universitário e ajudar no aprendizado de outras disciplinas, especialmente física e matemática. Segundo os participantes, a disciplina de robótica superou as expectativas, teve um grau de dificuldade razoável para a maioria. Dentre os fatores que facilitaram o processo de ensino aprendizagem, na disciplina, estão a dinâmica das aulas centrada na prática e na articulação teoria e prática, a boa relação

professor aluno e o contato com artefatos diferentes dos que estavam acostumados no cotidiano escolar, como os computadores e os robôs. A pesquisa permitiu a identificação da estrutura de três atividades dos alunos nas aulas de robótica que possibilitaram reconhecer os sentidos atribuídos por eles a essas aulas. Foi observado que os principais sentidos que eles atribuíram foram a aprendizagem de robótica, a aprendizagem de Física ou matemática, a escolha da profissão e a ludicidade. Os alunos avaliaram positivamente a experiência, destacando aspectos relacionados a fatores de ordem técnica como ponto negativo. Ao findar-se o trabalho, foi possível concluir que embora apresente algumas limitações, o *kit* utilizado produz resultados positivos relacionados ao processo de ensino e ao relacionamento interpessoal.

Palavras Chave: Robótica Educacional, Sentido da Escola, Educação Básica, Perspectiva Histórico Cultural, Intervenção Pedagógica.

ABSTRACT

Contemporary society is marked by scientific and technological development. The technologies developed in recent years have significantly altered the current way of life. However the Brazilian public school seems to have been oblivious to this evolution, the technological development that directly impacted the way of life. To overcome this reality it is necessary to develop new methodologies that support an efficient insertion of these technological devices in the school routine. Among these technologies is Educational Robotics. Robotics is a technological area that uses mathematics, physics and computer science for its execution and can effectively contribute to the student's psychological and cultural development. In view of Educational Robotics as a mediator artifact of the teaching and learning process, this report aimed to understand the meanings attributed by students to educational activities that use educational robotics. This is a qualitative research of the pedagogical intervention type in which teaching experiments were carried out using LEGO Mindstorms® robots as mediator artifact in an elective course given to eighteen students of a full-time public school in a town in the State of Goiás. Elective course was offered in the first semester of 2018. Data collection was performed through 2 questionnaires, a group interview and filming of the meetings. The first questionnaire addressed socio-demographic questions and the student's relationship with the school, the second questionnaire was applied after the course was held and discussed the experiences during the robotics elective. In addition to the questionnaire, a group interview was conducted during the course and the main focus was the use of robotics as a mediator artifact of the teaching and learning process. The results showed that the participants were between 14 and 18 years old, the majority male (88.8%), most of them Brown race, with family income between one and three minimum wages. Most of them studied throughout public life and went to full-time school to better prepare for college. As for the reasons for choosing the robotics course, they were listed: being a different class, taking interest in technology, helping in choosing a university course, and helping in learning other courses, especially physics and mathematics. According to the participants the robotics course exceeded expectations. There was some reasonable degree of difficulty for most. Among the factors that provided with the process of teaching learning in the course are the dynamics of the classroom centered on practice and articulation theory and practice, good student and teacher relationship and contact with different artifacts from those they were used to in everyday school like computers and robots. The research allowed the identification of the structure of three activities of the students in the robotics classes that allowed identifying the

meanings attributed by them to the classes of robotics. It was observed that the main meanings they attributed were learning robotics, learning physics or mathematics, choice of profession and recreation. The students evaluated the experience positively highlighting aspects related to technical factors as a negative point. At the end of the study, it was possible to conclude that although it presents some limitations, the kit used produces positive results related to the teaching process and interpersonal relationship.

Key words: Educational Robotics, Direction of the School, Basic Education, Cultural Historical Perspective, Pedagogical Intervention.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Sala de aula de 1945.	18
Figura 2 – Sala de aula de 2018.	18
Figura 3 – Estrutura hierárquica da atividade.	53
Figura 4 – Elemento fundamental da proposta de diagrama para estrutura hierárquica da atividade.	53
Figura 5 – Módulo - ação para uma proposta de diagrama para a estrutura hierárquica da atividade.	54
Figura 6 – Módulo - atividade para uma proposta de diagrama para a estrutura hierárquica da atividade.	54
Figura 7 – Atividade gerada a partir da transformação do objetivo em motivo de uma atividade.	55
Figura 8 – Atividade gerada a partir da transformação do motivo de uma atividade em objetivo de uma ação.	55
Figura 9 – <i>kit</i> LEGO Mindstorms EV3.	69
Figura 10 – Estrutura de uma atividade dos alunos antes da capacitação.	85
Figura 11 – Espaço utilizado na modelagem dos experimentos de ensino.	87
Figura 12 – Sala de aula modular semelhante à disponibilizada para a eletiva de robótica.	87
Figura 13 – Ecrã de programação do <i>software</i> de programação do LEGO Mindstorms EV3.	90
Figura 14 – Blocos de programação dos motores.	91
Figura 15 – Blocos de programação loop e comutação.	105
Figura 16 – Estrutura de uma atividade dos alunos durante a capacitação.	113
Figura 17 – Estrutura de uma atividade dos alunos durante episódio de ensino.	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instituições de ensino superior e quantidade de trabalhos desenvolvidos.	27
Tabela 2 - Responsável pela escolha da escola e motivos dessa escolha.	82
Tabela 3 - Motivos para gostar ou não gostar da escola.	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos selecionados na revisão de literatura.	30
Quadro 2 – Distribuição dos trabalhos nos programas de mestrado.	34
Quadro 3 – Versões do LMS utilizadas na pesquisa.	35
Quadro 4 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “no limite” com a perspectiva do professor e do aluno.	75
Quadro 5 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “velocidade controlada” e as perspectivas do professor e do aluno.	76
Quadro 6 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “cabo de guerra” e as perspectivas do professor e do aluno.	76
Quadro 7 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “corrida de arrancadas” e as perspectivas do professor e do aluno.	77
Quadro 8 – Relação entre objetivo e ação.	114
Quadro 9 – Relação entre objetivo e ação de uma atividade de alunos no episódio de ensino.	116
Quadro 10 – Visão dos alunos sobre os aspectos negativos das aulas de robótica.	123
Quadro 11 – Avaliação dos alunos sobre o diferencial das aulas de robótica.	125

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A: Termo de consentimento livre e esclarecido.

APÊNDICE B: Termo de assentimento livre e esclarecido.

APÊNDICE C: Questionário inicial.

APÊNDICE D: Questionário de encerramento da eletiva.

APENDICE E: Roteiro para entrevista em grupo.

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

FAPEG- Fundação de Ampara a Pesquisa do Estado de Goiás.

IES – Instituição de Ensino Superior.

IF – Instituto Federal.

LMS - LEGO Mindstorms®.

MIT - Massachusetts Institute of Technology.

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

RE- Robótica Educacional.

TA- Teoria da Atividade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	26
3	A TEORIA DA ATIVIDADE E OS CONCEITOS SENTIDO PESSOAL E SIGNIFICADO.....	43
3.1	O conceito de significado e de sentido pessoal na obra de Leontiev...	56
4	METODOLOGIA.....	61
4.1	Definindo o tipo de pesquisa.....	61
4.1.1	<i>Método da intervenção formativa.....</i>	64
4.1.2	<i>Método da avaliação da intervenção.....</i>	68
4.1.2.1	<i>Descrição do artefato mediador do ensino.....</i>	68
4.1.2.2	<i>Descrição do campo da pesquisa.....</i>	70
4.1.2.3	<i>Modelagem do experimento de ensino.....</i>	71
4.1.2.4	<i>Os episódios de ensino.....</i>	72
4.1.2.5	<i>Coleta de dados.....</i>	78
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	81
5.1	Caracterização da população da pesquisa.....	81
5.2	Descrição das atividades referentes à aplicação da pesquisa em sala de aula.....	86
5.2.1	<i>Descrição da montagem do primeiro Rover e da capacitação sobre a sua programação.....</i>	89
5.2.2	<i>Descrição da execução dos episódios de ensino.....</i>	92
5.2.2.1	<i>Descrição do episódio de ensino “No Limite”.....</i>	93
5.2.2.2	<i>Descrição do episódio de ensino “Velocidade Controlada”.....</i>	97
5.2.2.3	<i>Descrição do episódio de ensino “Cabo de Guerra”.....</i>	104
5.2.2.4	<i>Descrição do episódio de ensino “Corrida de Arrancadas”.....</i>	108
5.3	Achados relativos aos efeitos da intervenção.....	112
5.4	Achados relativos às características da intervenção propriamente dita.....	122
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
	REFERÊNCIAS.....	131
	APÊNDICES.....	138
	PRODUTO.....	149

1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea é marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. As tecnologias desenvolvidas, nos últimos anos, alteraram de tal maneira o modo de vida atual, que há poucas semelhanças entre o estilo de vida dos nossos avós, no passado, e a forma como vivemos hoje. A eletricidade e aparelhos como o refrigerador, o ferro elétrico, o televisor, o computador e o *smartphone* transformaram a vida contemporânea, trouxeram benefícios às pessoas e facilitaram o seu dia a dia, fazendo com que as pessoas nascidas a partir do início desse século, que são os frequentadores da escola contemporânea, tenham dificuldade para imaginar como era a vida no início do século passado, quando toda a tecnologia disponível atualmente ainda não existia.

No entanto, a escola pública brasileira parece ter ficado alheia a essa evolução, o desenvolvimento tecnológico que impactou diretamente no modo de vida das pessoas pouco conseguiu contribuir com ela, pois conforme aponta Costa (2004, p. 22):

O cenário mais comum é o de se verificar um momento inicial de grande adesão e excitação sobre o potencial de cada nova tecnologia, para depois se ver que o entusiasmo vai definhando até que por vezes desaparece, não resultando daí conclusões efetivas sobre se há de fato ganhos em termos de resultados de aprendizagem e, muito menos, em termos de uma utilização que se diferencie na forma e nos objetivos do que já se fazia com os meios tradicionalmente utilizados.

Desse modo, se confrontarmos a escola contemporânea com a escola do início do século passado, perceberemos que pouca coisa mudou. Os alunos continuam sentando em filas, copiando, nos seus cadernos, o que o professor escreve no quadro com giz/pincel, utilizando livros impressos para estudar teoria, respondendo a listas de exercícios e a provas impressas.

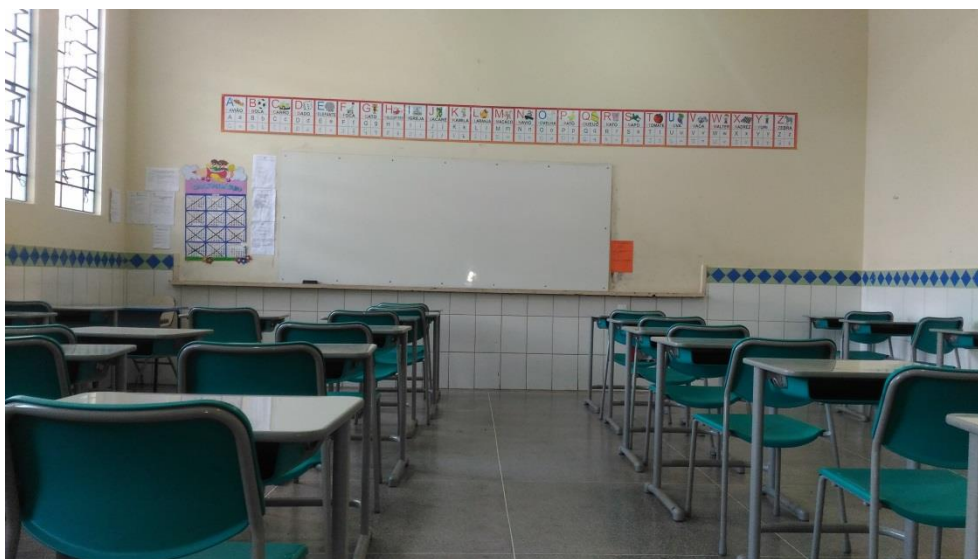
Assim, a sensação que se tem é a de que as transformações sociais e as mudanças tecnológicas e científicas não se refletiram no processo de ensino e aprendizagem. Essa sensação se torna mais intensa, quando se compara uma sala de aula contemporânea com uma da primeira metade do século passado, observa-se que a estrutura física quase não sofreu alterações. A figura 1 e a figura 2 demonstram isso, ambas são fotos de uma sala de aula de uma tradicional escola da cidade de Jataí-GO; a primeira, registrada em 1945 e a segunda, registrada no corrente ano. Com exceção da mobília e da decoração, tudo permanece igual, carteiras enfileiradas de frente ao quadro e mesa do professor virada para as carteiras, para que todos os alunos possam vê-lo, enquanto ele transmite os seus saberes.

Figura 1 – Sala de aula de 1945



Fonte: Acervo de documentos da Rede de Estudos de História da Educação de Goiás
Disponível em <https://acervo.fe.ufg.br/index.php/>

Figura 2 – Sala de aula de 2018



Fonte: Acervo do autor

O processo de ensino e a aprendizagem, assim como a configuração física da sala de aula, mantem-se, de modo geral, inalterados, e o professor continua realizando o que Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia do Oprimido*, definiu como Educação Bancária, na “[...] qual a educação é o ato de depositar, de transferir, de transmitir valores e conhecimentos [...]” (FREIRE, 1987, p. 34). Segundo o mesmo autor, nesse modelo de educação, o professor é

quem sabe, quem pensa e por isso é ele quem educa, quem escolhe o conteúdo programático, que é dono da palavra, ou seja, o professor é o sujeito do processo de ensino-aprendizagem, enquanto que os alunos são meros objetos (FREIRE, 1987).

Nesse contexto, os aparatos tecnológicos, quando utilizados, são empregados de forma “[...] que não exploram os recursos únicos da ferramenta e não mexem qualitativamente com a rotina da escola, do professor ou do aluno, aparentando mudanças substantivas, quando na realidade apenas mudam-se aparências [...]” (CYSNEIROS, 1999, p. 15), criando o que o autor chama de inovação conservadora, em que “[...] uma ferramenta cara é utilizada para realizar tarefas que poderiam ser feitas, de modo satisfatório, por equipamentos mais simples [...]” (CYSNEIROS, 1999, p. 16).

O uso do computador é um exemplo que se enquadra à inovação conservadora, pois, normalmente, quando utilizados, os computadores têm a função de substituir o quadro, os cadernos e os livros, trazendo poucas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. Professores os utilizam para projetar o conteúdo que antes seria escrito no quadro, alunos substituíram as enciclopédias impressas pelos computadores para realizar as pesquisas escolares, os livros foram digitalizados para serem “folheados” digitalmente no computador ou no *smartphone*. Fundamentando-se em Sancho (2006), pode-se justificar que isso acontece, porque os professores, ao realizarem a inserção de tecnologias na sala de aula, o fazem sem o questionamento de suas práticas, adaptando-as a sua maneira de ensinar, perpetuando a educação bancária mesmo com a utilização de aparatos tecnológicos, pois não sabem tirar vantagens educacionais dos artefatos tecnológicos.

Destarte é preciso esclarecer que o professor não pode ser responsabilizado pela falta de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, pois conforme afirma Cysneiros (1999, p.12) “[...] o professor encontra-se sobrecarregado com aulas em mais de um estabelecimento, falta-lhe tempo para estudar e experimentar coisas novas [...]” e normalmente não tem apoio técnico e pedagógico para modificar suas aulas com algum aparato tecnológico.

Infelizmente, ao invés de fomentar a adoção de tecnologias, o poder público tem contribuído com o distanciamento delas da sala de aula. Por exemplo, Estados e municípios vem proibindo o uso de *smartphones* e similares na sala de aula, tal como no Estado de Goiás, no qual a proibição é regulamentada pela Lei nº16993 de 10 de Maio de 2010 (GOIÁS, 2010, p.?). Nacionalmente, tramita, na Câmara dos Deputados, o projeto de Lei Nº 104, de 2015 que pretende facultar o uso do aparelho, na sala de aula, em todo território nacional. A justificativa recorrente é que o uso indiscriminado dos aparelhos, em sala de aula, prejudica a aprendizagem, pois de acordo com o parecer favorável do relator ao projeto de lei, “[...] os

celulares são fonte de dispersão e causa relevante da falta de foco dos alunos em sala de aula, dificultando o trabalho dos docentes [...]” (BRASIL, 2018 p. 2). Diante dessa realidade, tecnologias que poderiam beneficiar o processo de ensino e aprendizagem, permanecem excluídas da realidade da sala de aula.

Outro fator que contribui para esse distanciamento tecnológico decorre, dentre outros fatores, do fato de o investimento em educação básica brasileiro estar abaixo da média do investimento que é feito pelos países da Organização Para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (CAVALCANTI; NOBREGA; CAMPOS, 2018). Entretanto, é preciso ponderar que, apesar de ser condição necessária para a melhoria da educação básica, os investimentos não são os únicos responsáveis pela baixa qualidade da educação, há aspectos como condição social dos alunos e, a qualidade da formação docente também tem influência sobre ela.

Assim, a simples inclusão da tecnologia na escola não vai contribuir com a modernização do processo de ensino e aprendizagem, pois conforme aponta Coll e Monereo (2010), a introdução de tecnologias na educação não constitui, em si, um fator inovador das práticas educacionais, que obrigatoriamente levaria à sua modernização e qualificação, uma vez que o potencial didático-pedagógico dos objetos tecnológicos não pode desconsiderar os aspectos sociais que os envolvem para não reforçar a ilusão de que esse potencial se transfere automaticamente para as relações pedagógicas (PEIXOTO, 2012).

É necessário desenvolver novas metodologias que deem suporte a uma inserção transformadora destes aparatos tecnológicos na rotina escolar, para que, assim como a sociedade, a escola usufrua dos benefícios proporcionados pelos artefatos tecnológicos, uma vez que Coll e Monereo (2010, p.10) afirmam que:

[...] as tecnologias devem ser consideradas como mais um entre os elementos ou fatores que podem intervir nos fenômenos e processos educacionais, de modo que sua potencialidade para transformar e melhorar a educação não reside nas próprias tecnologias, mas nas propostas psicopedagógicas e didáticas, a partir das quais se defende sua utilização educacional.

Essa é uma crítica que faço sobre minha atuação profissional, quando paro para refletir sobre minha prática docente, percebo que, de fato, hoje estou ensinando da mesma forma que fui ensinado no passado. Uso pouco a tecnologia em minhas aulas, e mesmo assim, a maioria das vezes que a utilizo, é como ferramenta para apresentação de conteúdo, ou seja, a proposta pedagógica continua inalterada, caracterizando assim uma inovação conservadora.

Tenho procurado implementar novas propostas de ensino que envolvam a tecnologia, mas, corroborando com a supracitada afirmação de Cysneiros (1999), a sobrecarga de trabalho não me permite fazer nada muito além do uso de projetor de multimídia para destacar fenômenos físicos, usar a rede mundial de computadores para elaborar simulados *online* e disponibilizar conteúdo que acrescente informação ao que foi trabalhado em sala de aula. Não sobra muito tempo para estudar e desenvolver propostas didáticas inovadoras que efetivem uma inovação tecnológica nas minhas práticas de ensino.

Mesmo me considerando um geek,¹ eu tenho dificuldades para associar as aplicabilidades da tecnologia ao processo de ensino. Já tentei vincular às minhas aulas experimentos de baixo custo, mas é um processo que demanda tempo, pois é preciso produzir os aparatos experimentais e planejar a sua utilização em aula, por isso acabei deixando essa iniciativa de lado. Explorei a utilização de *applet's*² para desenvolver experimentos simulados, mas algumas limitações apresentadas por eles me forçaram a utilizá-los com moderação.

Há algum tempo, tentei trabalhar com o Arduíno®³, pois tinha conhecimento de sua utilização na educação, porém as dificuldades construtivas me desanimaram a prosseguir. Mesmo após tentativas frustradas de associar tecnologia ao processo de ensino, não desisti desse propósito e foi assim que, durante um congresso, tive acesso à tecnologia LEGO Mindstorms® EV3. Participei de uma oficina da tecnologia aplicada ao ensino, oferecida pela empresa em seu *stand* no evento e, a partir de então, passei a vislumbrar a possibilidade de utilizar a tecnologia com meus alunos.

No entanto, o alto valor de adesão ao programa de ensino com uso de robótica oferecido pela empresa impossibilitou, momentaneamente, que o projeto fosse posto em prática. Como o professor de educação básica precisa ser criativo e persistente para conseguir executar algo novo e está acostumado a buscar alternativas para contornar limitações financeiras, comecei a cogitar a possibilidade de adquirir de forma avulsa os *kits* de robótica LEGO para baratear o investimento financeiro necessário e buscar uma metodologia para fundamentar a utilização.

¹ Pessoa que gosta de tecnologia em geral e coisas afins como eletrônica e computação.

² Pequeno software que executa uma atividade específica, dentro de outro programa maior. No caso, uma aplicação Java ou Flash que funciona em um computador com o Microsoft Windows®.

³ O Arduino® é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino® são capazes de ler entradas de luz de um sensor óptico, toque em um botão ou uma mensagem no Twitter e transformar essa informação em uma resposta de saída que pode ativar um motor, ligar um LED ou publicar algo online.

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Tradução nossa.

E, a partir de então, passei a buscar trabalhos e conhecimentos que pudessem amparar mais uma tentativa minha de utilizar tecnologia na sala de aula. Foi assim que encontrei estudos de pesquisadores em educação e em ensino de Física que desenvolvem essas novas propostas no ambiente escolar, levando os aparatos tecnológicos para esse contexto, sendo que essas ações têm favorecido a aprendizagem e o processo educativo e formativo dos estudantes.

Essas investigações estão contribuindo com a estruturação do conhecimento sobre o tema e auxiliando a integração entre tecnologia e processo de ensino, além de possibilitarem o desenvolvimento de formas de ensinar que utilizam os artefatos tecnológicos em benefício do processo de aprendizagem dos alunos.

Nesse contexto de necessidade da inserção das novas tecnologias na escola e da busca pela superação do modelo tradicional de ensino e de aprendizagem, a utilização de robótica aplicada à educação tem se apresentado como uma opção. Isso porque ela tem se configurado como uma proposta de inovação pedagógica que apresenta possibilidades de se estabelecer como um amplo instrumento de formação do indivíduo, haja vista que a mesma contempla o desenvolvimento pleno do aluno ao propiciar atividades dinâmicas, permitindo a construção intelectual e cultural do aluno como cidadão autônomo, independente e responsável (STOPPPA *et al.*, 2012).

É importante destacar, também, que a robótica é uma área tecnológica que utiliza a matemática, a física e a informática para a sua execução. Sua aplicação à educação tem como ponto de partida o estímulo à interação dos alunos não somente com a construção de robôs, mas também com a elaboração de sistemas lógicos e sensoriais, além de contribuir para a aquisição de conhecimentos nas áreas de computação e mecânica (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Pio, Castro e Castro Junior (2006) definem a robótica como uma ligação inteligente entre a percepção e ação, sendo necessário certo grau de inteligência para realização de uma determinada tarefa e que envolve uma interação física entre o sistema e o meio onde a tarefa está sendo realizada. Além disso, esses autores defendem que a robótica pode ser uma aliada importante ao processo de ensino e aprendizagem, e cuja potencialidade se deve à capacidade que ela possui de articular a compreensão de conteúdos com a utilização de métodos inovadores e lúdicos para os alunos (BENITTI, 2009).

Shivani, Brockington e Pietrocola (2013) também defendem a potencialidade do uso da robótica na educação em razão de que os *kits* de robótica são ferramentas para o ensino, que permitem a criação de diversas montagens que potencializam a mimetização de uma série

de contextos reais que exercitam o trabalho em grupo e o desenvolvimento intelectual dos alunos.

Nessa perspectiva, Zilli (2004) afirma que as aulas de robótica inserem os alunos dentro de uma nova realidade no processo ensino e aprendizagem, levando-os a deixar de serem sujeitos passivos e a se transformarem em construtores dos próprios conhecimentos, desenvolvendo a capacidade de aliar teoria e prática, propor e testar hipóteses, solucionar problemas, desenvolver o raciocínio lógico. Isso permite a construção cultural dos alunos e os torna autônomos, independentes e responsáveis no exercício da cidadania, pois para Freire (1996) é a partir de provocação, reflexão e de troca de experiências que se constrói a cidadania.

Apesar da relevância da robótica educacional, Campos (2011) aponta que ainda é uma área de estudo e pesquisa pouco explorada no Brasil, uma vez que o movimento da inserção de tecnologias nas escolas como instrumento do desenvolvimento do sujeito como ser integral com motivações e culturas distintas é recente, datando do final do século XX. Corroborando com essa afirmativa, Braz (2010) afirma que existem poucos estudos que mostram a relação entre a robótica e a educação, sendo primordial que estudos sejam realizados com esse enfoque, para que se possa conhecer como este recurso tecnológico tem sido inserido nos ambientes escolares. Santos (2016) também afirma que são poucos os estudos sobre a robótica, especialmente no que tange ao ensino na área das exatas.

Assim, ressalta-se a importância e a necessidade de se estudar a robótica no contexto da educação e como a mesma contribui com o processo de ensino e de aprendizagem que ocorre no ambiente escolar. Nesse sentido, Asbahr (2014) afirma que a robótica educacional contribui com o desenvolvimento psicológico e cultural do aluno. É necessário destacar, também, que o desenvolvimento das funções psicológicas do sujeito está relacionado à realização de sua atividade por meio da qual o sujeito atribui sentido pessoal e se apropria de significações sociais. Nessa perspectiva, e de acordo com Cuba (2013), é relevante estudar o sentido atribuído à escola, o que significa compreender as razões que levam os alunos a frequentarem a escola, qual é o papel atribuído a ela e à escolarização em seus projetos futuros.

Tendo em vista esse contexto, a realização deste estudo se justifica tanto pela lacuna na literatura científica de estudos que tratem da robótica como instrumento educacional, como pela tentativa de integrar essa tecnologia à escola. Assim, torna-se mister a necessidade de se estudar se esta inserção repercute nos sujeitos atuantes neste contexto: alunos e professores,

dando-se ênfase em qual é o sentido que os alunos atribuem a esses instrumentos no cotidiano escolar.

A já citada realidade da escola contemporânea e os seus reflexos sobre a aprendizagem dos alunos, os resultados promissores das pesquisas que empregaram a robótica aliada ao processo de ensino e aprendizagem, as experiências vivenciadas por professores na prática docente e o desejo pessoal de contribuir com a melhoria na qualidade da educação suscitam indagações do tipo: A tecnologia é um caminho viável para transformar a educação? A literatura científica apresenta resultados que justificam o investimento em kits de robótica para serem aplicados na educação? Qual é o sentido atribuído pelos alunos para o uso da robótica no ambiente escolar? A partir dessas questões norteadoras, foi proposto este estudo que tem o intuito de compreender o sentido que os alunos atribuem às aulas que tem a robótica como artefato mediador destas tarefas.

Buscando atender o propósito do trabalho, foi definido como objetivo principal desta pesquisa, compreender o sentido atribuído pelos alunos ao uso da robótica como artefato mediador das atividades de ensino em uma escola pública de tempo integral. Para atingir esse propósito, foram engendrados como objetivos específicos: planejar uma intervenção pedagógica, fundamentada na teoria histórico-cultural, utilizando o *kit* de robótica educacional LEGO *Mindstorms*®; desenvolver a intervenção pedagógica com alunos do ensino médio de uma escola de tempo integral em concomitância com coleta de dados e desenvolver um produto educacional⁴ a ser disponibilizado de forma *online* com a intenção de auxiliar professores que desejam incluir o *kit* LEGO na sua prática docente.

O resultado da proposta é apresentado nesse documento composto por cinco capítulos.

No capítulo da revisão de literatura, é apresentado o estado do conhecimento das pesquisas empíricas que utilizam o *kit* LEGO *Mindstorms*®. Ele exhibe um panorama sobre essas pesquisas e colabora com a escolha dos caminhos que vão ser trilhados durante o desenvolvimento desse trabalho.

O capítulo seguinte traz a fundamentação teórica para a análise de dados, apresenta uma visão do pesquisador sobre a Teoria da Atividade de Leontiev e apresenta a proposta de um diagrama para representar a estrutura da atividade e as metamorfoses que os elementos que compõem sua estrutura sofrem.

A metodologia é o próximo capítulo, no qual é feita a justificativa e o detalhamento de todos os procedimentos metodológicos que foram seguidos na elaboração e aplicação da

⁴ O produto educacional da pesquisa está hospedado no endereço: <https://www.vagnerpaulino.com/robotica>

proposta didática do tipo experimento de ensino, que é o produto elaborado nesse trabalho, assim como as formas de coleta de dados desenvolvidas.

No próximo capítulo, está a apresentação dos dados obtidos durante a aplicação do produto e a análise deles, fundamentada nos conceitos da teoria da atividade, apresentada no capítulo de fundamentação teórica.

No último capítulo, são apresentadas as considerações finais nas quais o pesquisador desenvolve uma reflexão acerca dos principais resultados obtidos e expõe uma análise sobre a intervenção pedagógica realizada na escola.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A robótica educacional (RE) é um dos artefatos tecnológicos modernos que tem sido, ainda que de forma tímida (CAMPOS, 2011), objeto de estudo de pesquisas, pois aparentemente possui potencial para a inovação dos métodos de ensino e a melhoria da aprendizagem. A fim de se verificar o que a recente produção científica brasileira tem a revelar sobre o uso da RE e em acordo com a temática desse trabalho, foi feita uma revisão de literatura, nas produções dos programas de pós-graduação *stricto sensu* do Brasil, para mapear o estado do conhecimento acerca desta temática. Assim, buscou-se a elaboração de um estado do conhecimento da produção dos programas de pós-graduação *stricto sensu* sobre a temática.

O levantamento dos trabalhos, para fins de composição do *corpus* a ser analisado, foi feito no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PORTAL CAPES).

As primeiras tentativas de levantamento de trabalhos sobre RE sugeriram que essa não era uma temática muito pesquisada. Assim, não foi feita uma delimitação temporal para o levantamento que encontrou trabalhos desenvolvidos entre os anos de 2003 e de 2018, dessa forma, pode-se considerar que a revisão de literatura teve amplitude relevante e que ela apresenta um panorama veraz das pesquisas desenvolvidas com RE nos programas de pós-graduação *stricto sensu* do país, pois foi realizada no repositório onde obrigatoriamente são depositados todos os trabalhos concluídos nos programas de pós-graduação do país e abrangeu um período de tempo de 16 anos.

Em razão do interesse do pesquisador em desenvolver uma pesquisa educacional com o *kit* de robótica LEGO Mindstorms® (LMS), a busca foi limitada a trabalhos que utilizaram *kits* dessa companhia, assim as palavras-chave utilizadas foram: Robótica e LEGO Mindstorms. A partir do uso desses termos foram encontradas 2295 teses e dissertações. Por retornar um resultado muito amplo e que dificulta o acesso a todos os trabalhos, essa busca foi refinada, utilizando o filtro áreas de concentração, que é oferecido pela plataforma de busca. Nesse filtro, foram selecionadas as áreas: Educação, Ensino e Ensino de Ciências e Matemática. A partir da utilização dos filtros, a busca retornou 127 trabalhos. Esses trabalhos foram todos analisados com o propósito de verificar quais haviam utilizado o *kit* da LEGO em sala de aula, ou seja, quais trabalhos desenvolveram uma pesquisa aplicada que tinha como sujeitos alunos da educação básica. A primeira fase da análise foi feita a partir da leitura do título dos trabalhos. Essa fase eliminou 60 trabalhos, pois os títulos já indicavam que o trabalho foi desenvolvido com outro tipo de *kit* de robótica que não o LEGO Mindstorms®.

Os 67 trabalhos restantes foram acessados e, por meio da leitura do resumo e da metodologia, foram selecionados aqueles que se enquadravam dentro dos parâmetros estabelecidos para a revisão: áreas de educação, ensino e ensino de Ciências e Matemática, pesquisa aplicada e uso do LMS.

O trabalho de acesso aos 67 trabalhos foi agravado pela existência de trabalhos anteriores à existência da plataforma Sucupira e que não possuíam *link* para acesso direto. O acesso a 28 trabalhos, que se enquadravam nesse caso, só foi possível por meio do mecanismo de busca da empresa Google. Após digitar o título do trabalho, o sistema identificava uma versão disponível, possibilitando assim a leitura do trabalho listado na busca do sistema da CAPES. Mesmo com essa manobra, não foi possível o acesso a 3 trabalhos por não possuírem nenhuma versão disponível *online*.

Após a realização dos procedimentos citados, foram obtidos 36 trabalhos de pós-graduação *stricto sensu* que atendiam aos parâmetros estabelecidos pelo pesquisador para a revisão. Os estudos realizados estão distribuídos em instituições de ensino superior (IES) das cinco regiões do país, conforme apresenta a Tabela 1. Entretanto, os trabalhos estão concentrados nas regiões Sul (14 estudos) e Sudeste (12 estudos) o que corresponde a 72,2% dos trabalhos produzidos.

Tabela 1 - Instituições de ensino superior e quantidade de trabalhos desenvolvidos

Região Sul		
IES	Natureza	Qtde.
Universidade de Caxias do Sul (UCS)	Privada	1
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)	Privada	1
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Pública	1
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Pública	3
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Pública	2
Universidade Estadual de Maringá (UEM)	Pública	1
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)	Privada	1
Universidade do Vale do Taquari (Univates)	Privada	2
Centro Universitário Internacional (Uninter)	Privada	1
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS)	Privada	1
Quantidade de trabalhos		14
Região Sudeste		
IES	Natureza	Qtde.
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)	Privada	3
Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN)	Privada	2
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Pública	1
Universidade de São Paulo (USP)	Pública	1
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	Pública	1
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)	Pública	1
Universidade Estadual Paulista (UNESP)	Pública	1

Universidade Federal do ABC (UFABC)	Pública	1
Universidade Federal Fluminense (UFF)	Pública	1
Quantidade de trabalhos		12
Região Centro Oeste		
IES	Natureza	Qtde.
Universidade de Brasília (UNB)	Pública	1
Universidade Federal de Goiás (UFG)	Pública	1
Quantidade de trabalhos		2
Região Norte		
IES	Natureza	Qtde.
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)	Pública	1
Quantidade de trabalhos		1
Região Nordeste		
IES	Natureza	Qtde.
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)	Privada	1
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Pública	1
Universidade Estadual do Ceará (UECE)	Pública	1
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)	Pública	1
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	Pública	1
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Pública	2
Quantidade de trabalhos		7

Elaborado pelo autor

A tabela nos mostra que há uma predominância dos estudos realizados em instituições públicas. Dos 36 trabalhos encontrados, 13 (36,1%) foram realizados em 8 instituições privadas e 23 (63,9%), em 17 instituições públicas. Assim, a razão trabalho produzido por IES, é maior nas instituições privadas, 1,62 trabalhos por instituição, enquanto que nas públicas essa relação é de 0,74 trabalhos por instituição. Esses dados evidenciam uma realidade das pesquisas desenvolvidas no Brasil, em sua maioria elas são realizadas em instituições públicas.

A localização regional das instituições apresentadas na tabela 1 reforça a ideia de descentralização da produção de conhecimento por meio da expansão das IES públicas. Enquanto que nas instituições privadas, das 8 que produziram trabalhos, 7 (87,5%) estão nas regiões Sul e Sudeste, onde também estão concentrados a maioria dos trabalhos desenvolvidos. As instituições públicas estão mais distribuídas por 3 regiões brasileiras, Sul, Nordeste e Sudeste com 4 (23,5%), 5 (29,4 %) e 6 (35,3%) instituições, respectivamente, evidenciando que as IES públicas se sobressaem às privadas na descentralização de conhecimento no país.

Como o presente trabalho foi desenvolvido em um programa de pós-graduação de um Instituto Federal (IF), vale destacar que, conforme mostra a tabela 1, as instituições da Rede

Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (IFs, CEFETs⁵ e UTFPR) pouco produziram sobre a temática, foram apenas 2 (5,5%) trabalhos desenvolvidos nesse tipo de instituição.

Considerando-se que os IFs são oriundos da transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) e foram constituídos, a partir da chamada pública MEC/SETEC nº 002/2007, sendo oficialmente criados com a Lei nº 11.892, de 29 de Dezembro de 2008, tem-se como hipótese para a realidade acima descrita a baixa quantidade de programas de pós-graduação *stricto sensu* nesse tipo de instituição, uma vez que, quando instituídos, os mesmos contavam com 7 cursos de pós-graduação *stricto sensu* (ALVES; DEL PINO, 2015) e atualmente a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica conta com 116 programas de mestrado/doutorado, dos quais 19 são na área de Ensino/Educação, dentre eles 11 são ofertados por IFs (CAPES, 2017).

Como a tendência é que a aplicação da tecnologia na sala de aula seja estudada por programas na área de ensino e educação, a baixa quantidade de programas de pós-graduação reduz a probabilidade desse tipo de pesquisa ser desenvolvida nos IFs.

Como já citado anteriormente, a revisão de literatura encontrou trabalhos concluídos entre os anos de 2003 e 2018. O Quadro 1 apresenta a distribuição ao longo do tempo dos trabalhos selecionados, assim como seus respectivos títulos, autores e local de desenvolvimento. No quadro, é possível observar que, a partir de 2007, a conclusão de trabalhos na área é regular, com pelo menos um trabalho concluído todo ano e que os últimos cinco anos concentram a maior quantidade de trabalhos, dezoito dos trinta e seis, que corresponde a 50% do total, evidenciando que a tecnologia da empresa LEGO tem despertado um crescente interesse dos pesquisadores nos últimos anos.

⁵ Para um CEFET se tornar um IF, ele deveria atender a um chamamento público, feito em 2017, para aderir ao instituto, e atender a exigência de: 50% dos cursos serem técnicos, no máximo 30% de cursos de graduação e 20% de licenciatura. O CEFET Minas e o CEFET Rio não aderiram a esse chamamento, por isso continuam sendo CEFET's.

Quadro 1 - Trabalhos selecionados na revisão de literatura

Autor	Título	Local	Ano
Maria do Rosário Paim de Santana	Em busca de novas possibilidades pedagógicas: a introdução da robótica no currículo escolar.	UFBA Salvador – BA	2003
Rosângela Mengai Accioli	Robótica e as transformações geométricas: um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental.	PUC-SP São Paulo – SP	2005
Aliete Ceschin Labegalini	A construção da prática pedagógica do professor: o uso do lego/robótica na sala de aula.	PUCPR Curitiba – PR	2007
Renata Martins Fortes	Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico.	PUC-SP São Paulo – SP	2007
Viviane Gurgel de Castro	RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para Ensino da Robótica às Crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital.	UFRN Natal – RN	2008
Alzira Ferreira da Silva	RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional.	UFRN Natal – RN	2009
Karina Disconsi Maliuk	Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática.	UFRGS Porto Alegre – RS	2009
Claudio Torres	A tecnologia da informação no ensino: proposta de utilização da robótica como recurso didático no ensino de física.	UEM Maringá – PR	2010
Cristiane Pelisolli Cabral	Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem micro genética da construção do conhecimento.	UFRGS Porto Alegre – RS	2010
Lilian Gonçalves Braz	Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais.	FURG Rio Grande – RS	2010
Maritza Costa Moraes	Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos.	FURG Rio Grande – RS	2010
Rogério Lopes Leitão	A dança dos robôs: qual a matemática que emerge durante uma atividade lúdica com robótica educacional?	UNIBAN São Paulo – SP	2010
Fernando da Costa Barbosa	Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer.	UFU Uberlândia – MG	2011
Flávio Rodrigues Campos	Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica.	PUC-SP São Paulo – SP	2011
Elisa Friedrich Martins	Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?	UFRGS Porto Alegre – RS	2012
José Roberto Tavares de Lima	Um estudo do uso de conceitos físicos aprendidos em sala de aula, utilizando robótica pedagógica.	UFRPE Recife – PE	2012
Gileno Moura do Nascimento	Uso da robótica no ensino de proporção aos alunos do ensino fundamental II.	UNIBAN São Paulo – SP	2012
Ronnie Petter Pereira Zanatta	A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-	UTFPR Curitiba – PR	2013

	aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental.		
Milton Schivani	Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional.	USP São Paulo – SP	2014
Patrícia Nádia Nascimento Gomes	A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental.	UFLA Lavras – MG	2014
Rafael Henriques Nogueira Diniz	A utilização da robótica educacional LEGO e suas contribuições para o ensino de Física.	CEFET-MG Belo Horizonte – MG	2014
Renati Fronza Chitolina	O LEGO® como ferramenta educacional no aprendizado de ciências naturais nas séries finais do ensino fundamental.	URI Santo Ângelo – RS	2014
Marfalda Arraes Galvão	Simulego: um ambiente de simulação para robótica educacional.	UECE Fortaleza – CE	2014
Adriano Fonseca Silva	Uma proposta de sequência didática para o ensino da cinemática através da robótica educacional.	UFG Catalão – GO	2015
Felipe Renier Maranhão Lima	Lego® Zoom: ferramenta para obtenção de dados experimentais na física para o ensino fundamental.	UNB Brasília – DF	2015
Willian dos Santos Rodrigues	Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom <i>Education</i> .	UNESP Ilha Solteira – SP	2015
Josilda dos Santos Nascimento Mesquita	A prática docente e a robótica educacional: caminhos para uma estreita relação entre tecnologia e o ensino de ciências.	UFABC Santo André – SP	2015
Eduardo Erick de Oliveira Pereira	Casa adaptada a cadeirantes: um desafio didático para o ensino a superdotados.	UFF Niterói – RJ	2015
Leonardo Rocha Moreira	Robótica educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista.	UNIFOR Fortaleza – CE	2016
Marden Eufrásio dos Santos	Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional.	IFAM Manaus – AM	2016
Felipe de Lima Almeida	LEGO® <i>education</i> : um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados.	UEPB Campina Grande PB	2016
Roseli Fornaza	Robótica educacional aplicada ao ensino de física.	UCS Caxias do Sul – RS	2016
Maurício Veiga da Silva	Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados a transferência de calor no EM.	Univates Lajeado – RS	2017
Rodrigo Biehl	Robótica educacional: um recurso para introduzir o estudo da física no ensino fundamental.	Univates Lajeado – RS	2018

Luiz Roberto Cuch	Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC.	Uninter Curitiba – PR	2018
Caroline Maffi	Inserção da robótica educacional nas aulas de matemática: desafios e possibilidades.	PUC – RS Porto Alegre – RS	2018

Elaborado pelo autor

O levantamento corrobora com a afirmação de Campos (2011) de que o Brasil ainda produz poucos estudos sobre o uso da robótica na educação, pois se considerarmos o quantitativo de dissertações e teses produzidas nos 6657 cursos dos 4452 programas de pós-graduação reconhecidos pela CAPES no país (CAPES, 2018), a quantidade de trinta e seis trabalhos é pouco representativa. Até mesmo porque o período considerado na revisão é amplo, considera os trabalhos concluídos entre os anos de 2003 e 2018, conforme apresenta o quadro 1.

Não obstante, é relevante destacar que a revisão considerou apenas os trabalhos desenvolvidos, a partir de pesquisa aplicada com o *kit* LMS. O que sugere que a produção com a temática robótica na educação pode apresentar números um pouco menos modestos no cenário de pesquisa do país, caso sejam levados em consideração os trabalhos desenvolvidos, utilizando outros tipos de tecnologias, como o Arduíno®, por exemplo.

Um dado que chama atenção no quadro 1, é a ausência de trabalhos desenvolvidos por IES do estado de Santa Catarina. À propósito, Santa Catarina e Espírito Santo são os únicos estados da região Sul e Sudeste, respectivamente, em que a revisão não encontrou nenhum trabalho concluído. No entanto, destaca-se Santa Catarina, pois:

Em 2013, o governo do Estado de Santa Catarina realizou a compra dos kits de robótica, buscando ser um dos primeiros estados do Brasil a implantar integralmente o uso da Robótica Educacional nas escolas públicas. A empresa ZOOM, na época uma das principais empresas revendedoras do Kit de Robótica Lego Mindstorms, foi a ganhadora do processo de licitação. Foram adquiridos centenas de kits. A secretaria de Educação do Estado anunciou que em média 2 escolas por cidade seriam contempladas e o critério utilizado seria o número de alunos. (CUCH, 2018, p.77).

No entanto, o uso da robótica na sala de aula, em uma escola do estado de Santa Catarina, foi abordado no trabalho de Cuch (2018), que foi desenvolvido em uma IES sediada na cidade de Curitiba-PR. Apontamentos feitos pelo autor indicam que, em razão do desinteresse pedagógico dos professores no *kit* e do excesso de zelo com o equipamento, a tecnologia e seu possível potencial pedagógico ficaram trancados em armários nas escolas.

[...] Após o recebimento dos kits, a direção indicou 2 professores efetivos para participarem de um curso de formação para utilizar os materiais e serem os multiplicadores dos conhecimentos para os professores das suas respectivas escolas. O curso teve duração de 3 dias, tempo insuficiente, segundo o relato de alguns professores que realizaram. Em nenhuma das escolas, ficou destinado um professor ou funcionário responsável por iniciar e manter os projetos de robótica [...]

Obteve-se a informação por meio da equipe pedagógica das escolas que receberam os kits, que poucos professores utilizaram os materiais. Sendo que alguns relataram falta de preparo, outros por falta de tempo [...] o governo do estado sempre pressionou os diretores a cuidar dos materiais de robótica. Com isso, alguns diretores chegavam a proibir os professores de utilizar os materiais. Alguns kits nem se quer foram abertos, foram encaixotados e guardados em armários. [...]” (CUCH, 2018, p.77).

O “arquivamento” dos *kits* pode ser um fator que contribuiu para a ausência de pesquisas desenvolvidas por IES catarinenses sobre a tecnologia. Haja vista que é por meio do uso de uma ferramenta que, quem a utiliza, se interessa por desenvolver novas formas de utilizá-la. Como é o caso da pesquisa acima mencionada, o pesquisador atuou como professor orientador da sala de tecnologias entre os anos de 2009 e 2017 e teve acesso ao equipamento que despertou o seu interesse em desenvolver a pesquisa citada.

Tal situação corrobora com proposições feitas anteriormente neste trabalho. A realidade mostra que, de fato, apenas investir em equipamentos não garante a inserção do artefato tecnológico no processo de ensino aprendizagem e que, conforme afirma Cysneiros (1999), a sobrecarga de trabalho do professor dificulta o desenvolvimento de novas práticas docentes.

Outro dado evidenciado pela revisão de literatura é a concentração de pesquisas sobre a utilização do LMS na sala de aula nos cursos de mestrado, pois com exceção das teses de Silva (2009), Campos (2011) e Schivani (2014), os demais trabalhos são dissertações produzidas em mestrados acadêmicos ou profissionais.

O quadro 2 mostra que os mestrados acadêmicos produziram maior quantidade de trabalhos em relação aos mestrados profissionais, os acadêmicos produziram 20 trabalhos, e os profissionais produziram 13. Dados esses que podem ser justificados pelo fato dos mestrados acadêmicos existirem em maior quantidade que os mestrados profissionais, pois se considerarmos as áreas de ensino e educação, nas quais estão concentrados os trabalhos encontrados, há 201 cursos de mestrado acadêmico e 128 cursos de mestrado profissional recomendados/reconhecidos pela CAPES (CAPES, 2017), no entanto observa-se que a

proporção entre trabalhos produzidos e programas existentes é semelhante, sendo 1/10 nos mestrados acadêmicos e 1/9,8 nos mestrados profissionais.

É importante abrir parênteses aqui, para destacar que os trabalhos desenvolvidos em mestrados acadêmicos existem em maior quantidade, pois os mestrados acadêmicos, na área de educação e ensino, são mais antigos que os mestrados profissionais. Se considerarmos apenas os últimos 5 anos de produção, observaremos que os mestrados profissionais produziram uma quantidade maior de trabalhos, são 12 trabalhos contra 5 dos mestrados acadêmicos. Esses dados explicitam a característica específica dos mestrados profissionais de construir conhecimento direcionado à educação básica.

Quadro 2 - Distribuição dos trabalhos nos programas de mestrado

Mestrado Acadêmico.	
Programa	Autor
Educação Matemática.	Accioli (2005) Fortes (2007) Leitão (2010) Nascimento (2012)
Educação.	Labegalini (2007) Cabral (2010) Barbosa (2011) Santana (2003)
Engenharia elétrica e de computação.	Fortes (2007)
Ensino de Matemática.	Maliuk (2009)
Ciência e o Ensino de Matemática.	Torres (2010) Maffi (2018)
Educação em Ciências.	Braz (2010) Moraes (2010)
Ensino de Ciências.	Lima (2012)
Formação Científica, Educacional e Tecnológica.	Zanatta (2013)
Educação Tecnológica.	Diniz (2014)
Ensino Científico e Tecnológico.	Chitolina (2014)
Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática.	Mesquita (2015)
Informática aplicada.	Moreira (2016)
Mestrado Profissionalizante	
Programa	Autor
Ensino de Matemática.	Martins (2012)
Educação.	Gomes (2014)
Computação aplicada	Galvão (2014)
Ensino de Física.	Silva (2015) Lima (2015)
Matemática.	Rodrigues (2015)
Diversidade e Inclusão	Pereira (2015)
Ensino Tecnológico.	Santos (2016)
Ensino de Ciências e Educação Matemática.	Almeida (2016)

	Fornaza (2016)
Ensino de Ciências exatas	Silva (2017) Biehl (2018)
Educação e Novas Tecnologias	Cuch (2018)

Elaborado pelo autor

Observa-se também que as pesquisas que investigam a utilização do LMS em sala de aula são desenvolvidas basicamente nos programas de ensino e educação, a exceção são os trabalhos de Moreira (2016) e Galvão (2014) que foram desenvolvidos em programas de Informática; de Fortes (2007), desenvolvido em um programa de Engenharia Elétrica e de Computação; de Pereira (2015), desenvolvido em um programa de Diversidade e Inclusão e de Rodrigues (2015), desenvolvido em um programa de Matemática em rede nacional. Supõe-se que os critérios de seleção, que consideraram apenas pesquisas em que o *kit* foi aplicado em sala de aula, direcionaram para esse resultado, uma vez que, como se trata de pesquisa aplicada em sala de aula, é mais comum que as mesmas sejam desenvolvidas nos cursos da área de ensino e educação, como se pode perceber nos dados levantados por essa revisão. Dentre os 36 trabalhos encontrados, 5 (13,9%) não são oriundos de programas de educação/ensino.

Tendo em vista que o LMS possui três versões, o RCX lançado em 1998, o NXT lançado em 2006 e o EV3 lançado em 2013 (FEITOSA, 2013), a versão do kit utilizada nos estudos foi outro dado considerado na análise da revisão. Como é possível observar no quadro 3, o primeiro estudo só foi concluído cinco anos após o lançamento da tecnologia *Mindstorms*, o NXT é a versão mais empregada nas pesquisas *stricto sensu* com o LMS enquanto que a versão EV3, por ser a mais recente, foi utilizada em apenas quatro trabalhos. O fato de a versão EV3 ter sido pouco utilizada, não prejudica o conhecimento sobre sua utilização em sala de aula, pois a versão apresenta compatibilidade com a versão NXT. Desse modo, os conhecimentos produzidos nos estudos desenvolvidos com a versão NXT podem ser estendidos para o EV3.

Quadro 3 - Versões do LMS utilizada nas pesquisas.

RCX		NXT		EV3
Santana (2003)	Cabral (2010)	Braz (2010)	Schivani (2014)	Moreira (2016)
Accioli (2005)	Campos (2011)	Torres (2010)	Pereira (2015)	Santos (2016)
Labegalini (2007)	Martins (2012)	Moraes (2010)	Silva (2015)	Maffi (2018)
Fortes (2007)	Zanatta (2013)	Leitão (2010)	Lima (2015)	Biehl (2018)
Castro (2008)	Galvão (2014)	Barbosa (2011)	Rodrigues (2015)	
Maliuk (2009)	Mesquita (2015)	Lima (2012)	Almeida (2016)	
Silva (2009)		Nascimento (2012)	Fornaza (2016)	
		Diniz (2014)	Silva (2017)	

	Chitolina (2014) Gomes (2014)	Cuch (2018)	
--	----------------------------------	-------------	--

Elaborado pelo autor.

O quadro também mostra que mesmo após o lançamento da versão NXT, ocorrido em 2006, estudos com o RCX continuaram sendo desenvolvidos. Isso acontece, porque as pesquisas utilizaram os *kits* que estavam disponíveis nas escolas, onde o estudo foi realizado, assim o que determina a versão do LMS, empregada na pesquisa, é o local onde ela foi realizada e o acesso ao *kit* e não, o ano em que foi desenvolvida. Porém, mesmo na versão mais antiga, na qual os recursos são mais limitados, as pesquisas apresentaram resultados positivos na aplicação, conforme ainda será apresentado neste trabalho.

A análise do referencial teórico, que fundamenta os trabalhos, mostrou que o construcionismo, desenvolvido por Seymour Papert, a partir da extensão das ideias do construtivismo de Piaget (LABEGALANI, 2007), é a teoria recorrente na fundamentação teórica das propostas que investigam o uso do *kit* LMS na sala de aula. Isso é compreensível, pois foi, a partir dos estudos de Papert, que a tecnologia *Mindstorms* foi desenvolvida no início dos anos 80 (FEITOSA, 2013) e desta maneira, suas ideias acabaram se tornando a principal fundamentação teórica dos trabalhos que utilizam os *kits* LMS em sala.

Com exceção das propostas desenvolvidas por Maliuk (2009), que se fundamentou nos cenários de investigação; de Diniz (2014) e Cuch (2018), que se fundamentaram na teoria da aprendizagem significativa e na aprendizagem mediada; de Lima (2012), que se fundamentou na teoria dos construtos pessoais; de Schivani (2014), que se fundamentou na Teoria antropológica do didático; de Barbosa (2011), Silva (2009) e Accioli (2005), que fundamentaram suas investigações na teoria sócio-histórica de Vygotsky e Moraes (2010); de Santos (2016), Cabral (2010), Braz (2010), Torres (2010) e Castro (2008) que fizeram sua fundamentação teórica no construtivismo de Piaget, e de Biehl (2018) e Santana (2003), que não citam nenhum referencial, todos os outros vinte (55,5%) trabalhos tiveram o construcionismo de Papert como referencial teórico.

Embora o construcionismo venha sendo o referencial teórico preferido pela ampla maioria dos pesquisadores que aplicam a tecnologia LMS no ensino, ele não é o único referencial adotado. Nota-se que tem ocorrido diversificação da fundamentação teórica, que o embasamento em outras teorias também produz resultados satisfatórios sobre a aprendizagem dos alunos e que a aplicação do LMS pode ser realizada, segundo diferentes referenciais teóricos.

Na revisão, foi possível verificar outra característica do LMS: ele tem aplicabilidade em uma ampla faixa etária. Os trabalhos encontrados abrangeram estudos desenvolvidos com alunos do 4º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio. Porém observou-se que há uma maior quantidade de pesquisas que envolveram alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental II, foram 22 (72,2%) estudos desenvolvidos, enquanto que, envolvendo alunos do ensino fundamental I e do ensino médio, foram 8 (22,2%) e 10 (27,7%) estudos respectivamente, sendo que Fornaza (2016), Accioli (2005) e Braz (2010) desenvolveram com turmas do ensino fundamental I e II, e Fortes (2007) desenvolveu o trabalho com turmas do ensino fundamental II e ensino médio. A exceção é o trabalho de Pereira (2015), ele não envolveu alunos de uma série específica, ele trabalhou com 3 alunos de 7, 11 e 14 anos em um projeto de inclusão de superdotados.

Embora a pesquisa tenha encontrado trabalhos que abordem mais de um tipo de conteúdo, a diversificação encontrada nas séries, em que o estudo foi aplicado, não se repetiu quando a análise voltou-se para os conteúdos ensinados com a utilização do LMS.

Com exceção dos trabalhos de Labegalani (2007), onde não foi encontrada a delimitação do conteúdo, foram encontradas propostas para ensino de aplicações na Biologia (CHITOLINA, 2014 e ALMEIDA, 2016), que exploraram aplicações voltadas ao ensino de robótica, (BRAZ, 2010; GALVÃO, 2014; SANTANA, 2003; SILVA, 2009; CASTRO, 2008; CABRAL, 2010; PEREIRA, 2015; MESQUISTA, 2015) que exploraram as aplicações para analisar o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos (CUCH, 2018). Sendo assim, propostas que não abordaram temas de Física.

No que diz respeito ao ensino de Física, foram encontrados trabalhos que utilizaram a robótica para abordar conceitos de Física. Eles analisaram o resultado da proposta para ensinar os conceitos de mecânica, análise de movimentos (SILVA, 2015; DINIZ, 2014; LIMA, 2015; FORTES, 2013; BIEHL, 2018), atrito (FORNAZA, 2016), leis de Newton (ZANATTA, 2013), momento angular (LIMA, 2012; SCHIVANI, 2014); momento linear (SCHIVANI, 2014) conceitos de reflexão (MOREIRA, 2016); (TORRES, 2010); ondas (SCHIVANI, 2014) e de propagação de calor (SILVA, 2017). Também havia trabalhos que utilizaram a mecânica como pano de fundo para trabalhar conceitos matemáticos de proporção (RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2012), fração (MARTINS, 2012) e equação do segundo grau (BARBOSA, 2011). Esses trabalhos não tinham como objetivo a exploração do conceito físico, mas sim a produção de dados, para serem utilizados nas análises matemáticas.

O que pode justificar a predominância dos temas de mecânica nas aplicações é o fato de que as peças disponíveis nos *kits* favorecem a abordagem desse conteúdo. Para abordar

temas como calor, temperatura, energia, é necessário adquirir *kit* e sensores adicionais, o que aumenta o investimento e, conseqüentemente, pode desestimular, e mesmo impossibilitar a utilização do LMS na abordagem desses conceitos.

Além das pesquisas que investigaram casos, em que temas de Física eram pano de fundo para o estudo de matemática, a revisão encontrou pesquisas, em que se analisavam situações, nas quais os conhecimentos matemáticos eram aplicados pelos alunos para fazer o robô realizar movimentos previamente propostos. Para isso, eles precisavam utilizar conceitos de razão (NASCIMENTO, 2012); proporção (NASCIMENTO, 2012; GOMES, 2014); simetria (LEITÃO, 2010; ACCIOLI 2005); trigonometria (SANTOS, 2016); equação do primeiro grau (MORAES, 2010); geometria (MORAES, 2010); ângulos (GOMES, 2014; MAFFI, 2018; MALIUK, 2009) e resolução de problemas (CASTRO, 2008). No entanto, constatou-se que nenhum desses trabalhos foi desenvolvido no ensino médio, ou seja, as investigações que utilizaram o LMS para abordar conceitos de matemática, foram desenvolvidas exclusivamente no ensino fundamental I e II.

Embora os estudos busquem utilizar a robótica para enriquecer o processo de ensino, eles apresentam objetivos diversificados, mas que permitem agrupar os trabalhos em dois conjuntos: a) o dos que utilizaram robótica com o objetivo de analisar a contribuição na aprendizagem de conteúdos: Diniz (2014), Silva (2015), Moraes (2010), Moreira (2016), Lima (2012), Maliuk (2009), Nascimento (2012), Torres (2010), Accioli (2005), Santos (2016), Fortes (2007), Zanata (2013), Fornaza (2016), Rodrigues (2015), Gomes (2014), Chitolina (2014), Martins (2012), Almeida (2016), Lima (2015), Biehl (2018), Maffi (2018), Silva (2017) e Cabral (2010); e b) os que a utilizaram com o objetivo de refletir sobre a aplicabilidade dos *kits* em sala de aula: Santana (2003), Leitão (2010), Labegalani (2007), Silva (2009), Mesquita (2015), Campos (2011), Braz (2010), Castro (2008), Barbosa (2011), Galvão (2014), Cuch (2018), Pereira (2015) e Schivani (2014). Enquanto esses focaram suas análises na interação entre tecnologia e alunos, aqueles têm a análise focalizada nos resultados sobre a aprendizagem dos alunos. Analisando sob o ponto de vista da estruturação do conhecimento acerca da temática, pode-se considerar que esses dois grupos se complementam, oferecendo fundamentação profícua a novas aplicações em outros contextos.

Porém, em ambos os grupos, os trabalhos chegaram a conclusões que configuram um contexto promissor para a inserção da robótica nos processos de ensino. Em razão do arcabouço teórico delineado, da descrição das vivências pedagógicas, dos resultados positivos para o aprendizado e do *feedback* sobre as aplicações da tecnologia LMS em sala de aula, pode-se considerar que as 36 pesquisas de pós-graduação *stricto sensu* analisadas, apresentam

resultados que colaboram significativamente com a já citada estruturação do conhecimento, acerca da implementação da robótica LEGO Mindstorms® em aula.

As pesquisas desenvolvidas por Accioli (2005), Castro (2008), Braz (2010), Cabral (2010), Diniz (2010), Moraes (2010), Torres (2010), Martins (2012), Chitolina (2014), Lima (2015), Moreira (2016), Santos (2016), Almeida (2016), Fornaza (2016), Silva (2017) e Biehl (2018) apresentam resultados que contribuem com a consolidação da asserção de melhora no aprendizado dos alunos, quando a robótica é utilizada como artefato mediador na abordagem de conteúdos, pois verificaram melhoras no desempenho escolar dos alunos que participaram das aulas de robótica.

Essa melhora de desempenho pode ser justificada por três eventos comuns nas aulas de robótica, que foram identificados pelos pesquisadores. **O despertar do interesse dos alunos para com a aula**, identificado por Nascimento (2015), Maliuk (2009), Diniz (2014), Martins (2012), Mesquita (2015), Gomes (2014) e Maffi (2018); **A motivação dos alunos ocasionada pela montagem e programação dos robôs**, expresso por Maliuk (2009), Silva (2009), Moraes (2010), Leitão (2010), Zanatta (2013), Chitolina (2014), Gomes (2014), Rodrigues (2015), Silva (2015), Santos (2016) e Silva (2017); **A mudança na interação entre professor e aluno**, relatada nos trabalhos de Fortes (2007), Castro (2008), Diniz (2010), Lima (2012), Martins (2012), Chitolina (2014) e Almeida (2016). Esses resultados sinalizam que a utilização da robótica na sala de aula contribui para a criação de um ambiente mais favorável à aprendizagem.

É importante destacar que, ao mesmo tempo em que identificaram contribuições da robótica na aprendizagem dos alunos, os trabalhos também apontaram dificuldades que são enfrentadas na inclusão dos *kits* LMS, na realidade da sala de aula, que podem ser sintetizadas em três aspectos: custo, infraestrutura e tempo.

É consenso, nas pesquisas, que o custo elevado dos *kits* dificulta a popularização do uso da robótica LMS no ambiente escolar. Entretanto, há a possibilidade de trabalhar com materiais de baixo custo ou com plataformas de código aberto, tal como o Arduíno®. A estrutura física é apontada por Campos (2011), Lima (2015), Santos (2016) e Cuch (2018) como um problema enfrentado por quem utiliza a robótica nas aulas. O ambiente onde as aulas são realizadas nem sempre é adequado, faltam espaço, bancadas e computadores. Campos (2011), Zanatta (2013) e Rodrigues (2015) chamam a atenção sobre a dificuldade em desenvolver as atividades da aula de robótica nos tradicionais 50 minutos de duração de uma aula, exigindo adaptações no horário da mesma ou aplicação em contra turno como feito por Torres (2010) e Nascimento (2012).

As aulas de robótica têm como característica a aplicação prática de conceitos teóricos, assim, durante a realização das aulas, é comum que haja a ocorrência de algumas dificuldades na manipulação dos robôs. Nascimento (2012) elenca a dificuldade dos alunos para realizar a programação e a produção de resultados diferentes do esperado, em razão da influência do meio externo não ser considerada no planejamento das montagens e programações. Gomes (2014) mostra que a dificuldade para realizar a programação gera a dispersão dos alunos, assim a programação é outro aspecto que tem gerado dificuldades na utilização do LMS na sala de aula. Diniz (2014) destaca que a dispersão também pode ocorrer, quando os *kits* são usados por mais de quatro alunos. Schivani (2014) e Campos (2011) apontam a complexidade em desenvolver aulas de robótica contextualizadas com o conteúdo curricular, para que elas não fiquem alienadas dos conhecimentos escolares.

A capacitação dos professores pode ser um caminho para enfrentar os inconvenientes que surgem durante a utilização da tecnologia, no entanto os trabalhos de Labegalini (2007), Chitolina (2014), Silva (2009), Campos (2016) e Cuch (2018) apresentam um cenário adverso, isto é, as pesquisas verificaram que a falta de capacitação dos professores se configura como dificuldade a ser superada. O despreparo técnico e pedagógico para lidar com a LMS faz com que ela seja encarada como uma tarefa complexa, inibindo a integração da robótica ao cotidiano escolar.

Diante desses resultados, não há dúvidas de que, embora em quantidade acanhada, os trabalhos trouxeram contribuições significativas sobre a temática. Eles não só revelaram que a robótica, apoiada pelos *kits* LMS, tem potencial para contribuir com a educação, como evidenciaram que ainda há aspectos de ordem técnica e pedagógica, que demandam investigação, para que sejam melhores compreendidos. Essa compreensão reduzirá as adversidades enfrentadas no uso do LMS em sala de aula e contribuirá, para que o uso da tecnologia neste ambiente se transforme em algo natural.

O resultado da revisão sugere que há caminhos para serem seguidos com o objetivo de superar as limitações verificadas. Um deles é o aumento da quantidade de investigações sobre a temática, pois quanto mais a temática é estudada, maior o domínio sobre ela e menos complexa se torna sua aplicação. Outro é a difusão do *kit* nas escolas, pois o amplo acesso aumenta a possibilidade de utilização e, conseqüentemente, colabora com a normalização do uso da tecnologia na sala.

Esses dois aspectos trazem de volta, ao debate, a questão de investimento e capacitação que fora abordada no início do capítulo. Essa combinação contribui, para que a

tecnologia, no caso a LMS, comece a fazer parte da realidade dos alunos, contribuindo com a formação deles.

Sabe-se que o investimento público em educação é baixo (CAMPOS, CAVALCANTI, NOBREGA, 2018), por silogismo, não há recursos que permitam grandes investimentos em robótica educacional – ao menos nas redes públicas de educação, mas isso não pode se tornar um fator limitante. É possível que os estudos para desenvolvimento do uso da tecnologia em aula possam acontecer em maior quantidade, pois a revisão mostrou que os estudos, que aplicam o *kit* LEGO Mindstorms®, estão concentrados basicamente em cursos de mestrados acadêmicos das universidades públicas dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul. Porém, há uma tênue descentralização dos estudos em outros oito estados, dentre eles o Estado de Goiás com apenas um trabalho desenvolvido.

Assim, a ampliação da quantidade de estudos nesses oito Estados, a descentralização dos estudos para outras modalidades de pós-graduação *stricto sensu*, a realização de pesquisas em outros Estados do país e uma adesão significativa das universidades particulares produziria um aumento considerável nas pesquisas produzidas sobre a temática.

Além disso, os mestrados profissionais em educação e em ensino, por terem a prerrogativa de pesquisar preferencialmente a educação básica, podem ser uma ferramenta efetiva na difusão das pesquisas pelas escolas que atendem esse nível de educação. O seu corpo discente, em sua maioria, atua na educação básica e, conseqüentemente, acaba desenvolvendo pesquisas na realidade em que atua. Assim, o desenvolvimento de novos estudos divulga o uso da robótica educacional LMS na sala de aula, gerando interesse e desencadeando novas propostas de estudo. Nesse sentido, conforme considera Moreira (2016), os mestrados profissionais em educação/ensino têm como objetivo o desenvolvimento de um produto educacional e uma dissertação com os relatos de experiência. Ambos devem difundir novas propostas curriculares, novos métodos de ensino, oferecendo aos professores e alunos novos recursos que contribuam com a aprendizagem dos estudantes e com a melhoria da educação básica.

A análise das três teses e das trinta e três dissertações que abordaram o tema robótica educacional, utilizando os *kits* da LEGO, ratificaram a hipótese de que a falta de estudos sobre a tecnologia, dificulta a inclusão dela na prática docente, pois por ser pouco estudada, a proposta é vista como atividade complementar desvinculada do currículo escolar, o processo é tido como complexo e, desta maneira, ela não desperta o interesse dos educadores que permanecerão sem utilizá-la, perdurando o distanciamento existente entre a tecnologia e a sala de aula.

Diante do cenário, apresentado nesta revisão de literatura, entende-se que a proposta de pesquisa desenvolvida neste trabalho, pode trazer contribuições significativas à estruturação do conhecimento sobre o uso da robótica LEGO Mindstorms® em aula em razão de seu ineditismo. Dentre os trabalhos que compuseram parte do corpus da pesquisa, não foi encontrado nenhum que ofertou aulas de robótica na forma de disciplina eletiva em uma escola pública de tempo integral. Ela também é pioneira no que diz respeito ao referencial teórico que fundamenta a investigação, visto que a revisão de literatura não revelou trabalho que tenha utilizado a teoria da atividade de Leontiev, para estudar os sentidos atribuídos pelos alunos a atividades de ensino que utilizam a robótica pedagógica como artefato mediador do ensino.

3. A TEORIA DA ATIVIDADE E OS CONCEITOS DE SENTIDO PESSOAL E SIGNIFICADO.

Tendo adotado a Teoria da Atividade (TA) para estear a fundamentação teórica deste trabalho, é inescusável apresentar os conceitos elaborados por Alexis Nikolaevich Leontiev (1903-1979) para essa teoria, haja vista que eles nortearão a análise dos dados coletados na fase de aplicação da pesquisa.

O conceito de atividade nasce em Karl Marx (1818-1883), para superar o idealismo do materialismo metafísico, no qual o objeto e a realidade são concebidos sob a forma de contemplação. No materialismo metafísico, o conhecimento surge como resultado da influência que os objetos exercem sobre os órgãos de sentido do indivíduo (LEONTIEV, 1978a).

A teoria de Marx atribui um sentido rigorosamente materialista para a teoria do conhecimento. Leontiev (1978a, p.20) aponta que para Marx:

[...] a atividade em sua forma inicial e básica é a atividade sensorial e prática durante a qual os homens põem-se em contato prático com o objeto do mundo que os circunda, experimentam a resistência desses objetos e atuam sobre eles subordinando-se a suas propriedades objetivas [...]

De acordo com Leontiev (1978a), Marx elabora o conceito de atividade a partir da premissa filosófica de que o conhecimento não existe fora do processo vital, ele surge e se desenvolve no processo real de desenvolvimento das relações objetivas do indivíduo cognoscente com o mundo, no qual está inserido. Isso faz com que o estudo da consciência seja transferido da subjetividade do indivíduo para os sistemas sociais de atividade.

Leontiev (1978a, p. 21) destaca o pressuposto de Marx afirmando que:

Na própria organização corporal dos indivíduos, está contida a necessidade de entrar em relação ativa com o mundo, para existir, devem atuar, produzir os meios de que necessitam para a sua sobrevivência. Ao agir sobre o mundo exterior, modificam-no, e com isso também se modificam. Por isso o que os homens são, está determinado por sua atividade [...].

Com o supracitado, entende-se que, para Marx, a atividade do homem determina o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, o seu pensamento e a sua consciência, pois para Marx e Engels, os homens também desenvolvem o seu pensamento, e o produto dele, ao transformar a realidade, enquanto desenvolvem a sua produção e seu intercâmbio material

(MARX, ENGELS, 1932, apud Leontiev, 1978a). Isso faz com que o pensamento e a consciência sejam determinados pela vida real dos homens sendo, então, um produto do desenvolvimento das relações objetivas do indivíduo, ou seja, da sua atividade externa, pois conforme afirma Leontiev (1978, p. 36) “[...] a atividade prática, a prática, cria algo como um fio condutor para o pensamento teórico que o conduz ao caminho do conhecimento adequado [...]”.

É importante destacar que nos construtos teóricos desenvolvidos por Marx, pensamento e consciência são conceitos distintos. Leontiev (1978a, p. 183) esclarece isso, afirmando que:

O pensamento e a consciência não coincidem de uma maneira direta nem simples. O conceito de consciência não é simplesmente mais amplo que o de pensamento. A consciência não é o pensamento, mas a percepção, a memória, as habilidades, as vivência emocionais. Ela deve ser compreendida como relação, orientação, e não apenas como conhecimento.

Destarte, na tese marxista, a consciência é um produto das relações sociais em que o homem está envolvido e surge nele, quando o trabalho e as relações sociais foram sendo estabelecidos. Seguindo esta concepção, Leontiev (1972, p.16) afirma que:

[...] a consciência deve sua origem à identificação no decurso do trabalho de ações, cujos resultados cognitivos são abstraídos do todo vivo da atividade humana, e idealizados na forma de significados linguísticos. Enquanto eles são transmitidos, eles se tornam parte da consciência do indivíduo [...].

É importante destacar que na teoria marxista, o trabalho é o elemento fundamental na constituição da consciência humana, pois como ele mesmo define:

Antes de tudo, o trabalho é um processo entre o homem e a Natureza, um processo em que o homem, por sua própria ação, media, regula e controla seu metabolismo com a Natureza. Ele mesmo se defronta com a matéria natural como uma força natural. Ele põe em movimento as forças naturais pertencentes a sua corporalidade, braços e pernas, cabeça e mão, a fim de apropriar-se da matéria natural numa forma útil para sua própria vida. Ao atuar, por meio desse movimento, sobre a Natureza externa a ele e ao modificá-la, ele modifica, ao mesmo tempo, sua própria natureza. Ele desenvolve as potências nela adormecidas e sujeita o jogo de suas forças a seu próprio domínio. (MARX, 1996, p. 297)

Percebendo a consciência como produto de relações sociais, Marx passa a estudá-la a partir do sistema social de atividades, pois para ele, a atividade surge na consciência como

imagem psíquica, “[...] produto dos vínculos e relações vitais práticas do sujeito como o mundo objetivo [...]” (LEONTIEV, 1978a, p.47). Essas características fazem com que, no estudo do reflexo psíquico da consciência, a análise da atividade humana seja primordial (LEONTIEV, 1978a).

Para que ocorra o surgimento da imagem psíquica da atividade, Leontiev (1978a) esclarece que é necessário mais que a influência unilateral dos objetos sobre os órgãos dos sentidos, é preciso que ocorra o estabelecimento de uma relação ativa entre esse objeto e o homem, a qual determina a adequação e o grau de complexidade da imagem. Circunstância essa, que torna necessário expandir a exploração da formação da consciência para além dos órgãos dos sentidos e da influência que o objeto tem sobre eles, é preciso explorar o fenômeno que mediatiza os vínculos entre o indivíduo e o mundo objetivo, a sua atividade.

Leontiev (1978a) destaca ainda que, no marxismo, do reflexo sensorial resultante da interação entre um órgão sensorial e um objeto do mundo surge a percepção, a partir da qual é formada a imagem psíquica do mundo objetivo e que só é passível de compreensão ao considerar o contexto histórico-social do homem no mundo. A percepção extrai constantemente as propriedades e relações da realidade, fixando-as nos sistemas receptores e reproduzindo-as na formação de novas imagens, no reconhecimento e na memorização de objetos (LEONTIEV, 1978a).

O marxismo considera que o desenvolvimento histórico-social cria como produto o pensamento que se origina na atividade prática humana. Conforme afirma Engels (1883, apud LEONTIEV, 1978a, p. 33), no livro *Dialética da natureza*, “[...] a modificação da natureza pelos homens, e não somente a natureza como tal é a base mais imediata e essencial do pensamento humano [...]”. Assim o pensamento, da mesma forma que a percepção, tem natureza histórico-social e está vinculado à atividade prática, pois:

A produção das ideias aparece inicialmente diretamente entrelaçada com a atividade material e o intercâmbio material dos homens, com a linguagem da vida real. As representações, o modo de pensar a comunicação espiritual dos homens, todavia se apresentam aqui como emanção direta de sua relação material. (MARX, ENGELS, 1932, apud LEONTIEV, 1978a, p. 33).

Sendo assim, o materialismo de Marx estabelece a atividade como o sistema agente do desenvolvimento humano, como o processo pelo qual o indivíduo interioriza a sua interação com o mundo exterior, desenvolvendo a sua consciência. É pela atividade que o homem se constitui um ser social, que se faz humano, como afirma Leontiev (1978a, p. 66):

A vida humana é o sistema de atividade que substituem umas as outras. É na atividade onde se produz a transição do objeto a sua forma objetiva, a imagem; Ao mesmo tempo, na atividade também acontece a transição da atividade para os seus resultados objetivos, seu produto [...]

A partir do construto teórico de Marx, Leontiev define a atividade como sendo a responsável pela formação e desenvolvimento do pensamento do homem e passa a estudá-la, buscando entender como se dá a formação da consciência no homem, pois considera que o desenvolvimento humano ocorre pela atividade do homem na interação com o mundo objetivo. Segundo Asbahr (2005, p. 109), “[...] a atividade desempenha as funções de princípio explicativo dos processos psicológicos superiores e de objeto de investigação [...]”.

Para Leontiev (1978a), a atividade é a unidade central da vida do sujeito concreto, ela “[...] é mediada pelo reflexo psíquico da realidade, é a unidade da vida que orienta o sujeito no mundo dos objetos” (ASBAHR, 2005, p.109); assim, a análise da atividade se torna um ponto importante e o método fundamental do conhecimento da consciência humana (LEONTIEV, 1978a), ou como aponta Cenci (2016, p.39), “O estudo da atividade é tomado para a compreensão da consciência. A investigação da estrutura da atividade permite compreender as transformações da estrutura da consciência”.

A atividade, salienta Leontiev (1978a), é produzida na sociedade onde o homem encontra condições externas nas quais deve acomodar a sua atividade que por sua vez, depende do lugar do homem nela, das condições que lhe afeta ao acaso e de como ele é moldado em circunstâncias individuais que são únicas. São processos “[...] que realizam uma vida verdadeira da pessoa no mundo objetivo pelo qual está cercada, seu ser social em toda sua riqueza e variedade de suas formas [...]” (LEONTIEV, 1972, p. 2).

Utilizando a TA para analisar o desenvolvimento psíquico de uma criança, Leontiev (1978b) define que em cada fase do desenvolvimento do indivíduo há uma atividade que tem maior importância para esse processo, a essa atividade ele deu o nome de atividade dominante. Essa atividade vai mudando conforme a criança vai crescendo. Na infância, é o brincar; na juventude, é a atividade de estudo; na fase adulta, é o trabalho. (LONGAREZI; FRANCO, 2013).

Segundo ele, a atividade dominante possui três características:

[...] Primeiramente, é aquela sob a forma da qual aparecem e no interior da qual se diferenciam tipos novos de atividade. [...] Segundo, é aquela na qual se formam ou se reorganizam os processos psíquicos particulares. [...] Terceiro, é aquela de que dependem o mais estreitamente as mudanças

psicológicas fundamentais da personalidade da criança observada em uma dada etapa do desenvolvimento [...] (LEONTIEV, 1978b, p. 293)

Como forma de ilustrar essas características, pode-se analisar a criança na fase pré-escolar. Nessa fase, ela vivencia nas brincadeiras o ensino que vai ser apresentado de maneira formal no início da vida escolar, ela começa a desenvolver os processos de imaginação ativa e começa a se conscientizar sobre padrões sociais que são, respectivamente, as três características apontadas por Leontiev (1978b) para a atividade dominante.

Essas características mostram que a atividade dominante é “[...] aquela cujo desenvolvimento condiciona as principais mudanças nos processos psíquicos da criança e as particularidades psicológicas da sua personalidade em um dado estágio do desenvolvimento” (LEONTIEV, 1978b, p. 293). No entanto, não é um único conteúdo da atividade dominante o responsável pelo desenvolvimento psíquico, mas uma sucessão deles. Esses conteúdos são determinados pelas condições históricas concretas em que acontece o desenvolvimento da criança e por isso determinam a idade com a qual a criança passa de um estágio a outro (LEONTIEV, 1978b).

Ao nível psicológico, Leontiev (1978, p.67) considera a atividade como “[...] a unidade da vida mediatizada pelo reflexo psicológico, cuja função real consiste em guiar o sujeito no mundo objetivo [...]” e ainda segundo o autor “[...] a atividade não é uma reação nem um conjunto de reação, mas um sistema que tem estrutura, transições e transformações internas, desenvolvimento [...]”. A atividade psíquica surge a partir da atividade prática, assim os processos externos vão ser transformados em processos internos da mente do indivíduo, transformando concomitantemente a seu reflexo psíquico da realidade num processo que Leontiev (1978) chamou de apropriação. Nele o homem apropria-se de:

[...] instrumentos físicos e simbólicos que alteram a sua relação com o mundo e consigo mesmo (sua própria consciência). Na relação com os objetos, o indivíduo incorpora a atividade mental e física neles presente. Esse movimento de apropriação implica reorganização das funções psíquicas e motoras para adequar-se ao objeto em questão [...]. (CENCI, 2016, p. 39).

A característica básica que constitui a atividade é o objeto, quando os processos vitais adquirem caráter objetivo, inicia-se a atividade humana. Isso faz com que a evolução e conduta da mente possam ser entendidas como história do desenvolvimento do conteúdo objetivo da atividade. (LEONTIEV, 1978a). O objeto é quem controla a atividade, ele aparece:

[...] primeiro em sua existência, independente, comandando a atividade do sujeito, e segundo como uma imagem mental do objeto, como produto da “detecção” do sujeito de suas propriedades, que é efetuada pela atividade do sujeito e não pode ser efetuada de outra forma [...]. (LEONTIEV, 1972, p. 3)

O conceito de objeto é deveras importante na TA, por isso entender seu significado no contexto da teoria contribui com o entendimento dela. Na TA, o objeto é concebido como sendo qualquer coisa, de origem concreta ou abstrata, do mundo real ou do imaginário, com a qual o homem interage, para qual a atividade dele está voltada e que faz surgir uma imagem psíquica na consciência do homem que é um objeto psicológico.

Sendo os objetos quem dão orientação às atividades, eles são apontados por Leontiev como sendo o indício principal para a diferenciação de uma atividade da outra, pois são eles que definem a orientação dada à atividade. No construto teórico da TA, eles podem ser “[...] tanto material como ideal, tanto dado pela percepção como existente só na imaginação, no pensamento [...]” (LEONTIEV, 1978, p. 82).

Como foi destacado anteriormente, na concepção marxiana, o trabalho é um conceito relevante e como destaca Diogo (2016), o homem realiza trabalho com um objetivo, o de satisfazer as suas necessidades pessoais. Deste modo, “[...] a necessidade é o que dirige e regula a atividade concreta do sujeito em um meio objetual [...]. Somente quando um objeto corresponde à necessidade, esta pode orientar e regular a atividade [...]” (ASBAHR, 2005, p. 109).

No entanto, uma necessidade não existe por si só, tem-se necessidade de algo, assim é necessário um objeto para ela definir-se, ou como descreve Leontiev (1972, 1978a, 1978b), objetivar-se, ou seja, preenchê-la com conteúdo do mundo ao redor. A esse encontro da necessidade com o objeto, Leontiev nomeia de motivo. Segundo ele, “[...] uma vez que a necessidade encontra sua determinação no objeto (se objetiva nele), o dito objeto torna motivo da atividade, aquilo que a estimula” (LEONTIEV, 1978b, p.108).

Analisando a produção de Leontiev e fundamentando-se na afirmação de que “O motivo nasce do encontro entre a necessidade e o objeto, é ele que impulsiona a atividade, uma vez que objetos e ações por si só não são capazes de iniciá-la” (LONGAREZI; FRANCO, 2013, p. 101), Diogo (2016) reforça a importância do conceito de motivo na TA ao destacar que ele é o responsável pela articulação entre necessidade e objeto.

Conforme afirma Leontiev (1978), os conceitos de motivo e atividade estão unidos, pois o motivo é o objeto da atividade. Não existe atividade sem motivo, o que há são

atividades com o seu motivo oculto tanto subjetivamente como objetivamente. Pelo contrário, como as ações dos homens buscam satisfazer as várias relações do indivíduo, toda atividade é polimotivada, ou seja, possuem vários motivos que podem ser percebidos pelos sentidos (motivo material) ou existir somente na imaginação (motivo ideal).

Porém, para Leontiev os motivos da atividade humana são completamente diferentes dos motivos da atividade animal. Enquanto este tem seus motivos limitados a objetos concretos que respondem a necessidades biológicas, aquele tem seus motivos deslocados para objetos “[...] que precisamente não respondem a necessidades biológicas naturais [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 108). Assim, a sua atividade vai produzir novos produtos para satisfazer suas necessidades que, ao concretizar-se, produzirão novas necessidades geradoras de novas atividades, constituindo um processo complexo que conduz o desenvolvimento humano.

Embora do encontro entre a necessidade e o objeto surja o motivo que estimula a atividade, eles não podem concretizar uma atividade, pois conforme afirma Leontiev (1978a), a atividade humana existe em forma de ação ou cadeia de ações, se as ações forem retiradas da atividade, nada sobrar. Ele chama de ação os processos “[...] cujo motivo não coincide com o seu objeto (isto é, com aquilo que visa), pois pertence à atividade em que entra a ação considerada [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 297).

Segundo o mesmo autor, a separação ocorre pela fragmentação de funções que, em algum momento, já fizeram parte do motivo.

[...] A separação entre o motivo e o objeto da atividade individual é o resultado do parcelamento em diferentes operações de uma atividade complexa, inicialmente ‘polifásica’, mas única. Estas diversas operações, absorvendo doravante todo o conteúdo de uma dada atividade do indivíduo, transforma-se para ele em ações independentes continuando bem entendido a não ser senão um só dos numerosos elos do processo global do trabalho coletivo [...] (LEONTIEV, 1978b, p. 77).

Deste modo, verifica-se que Leontiev aponta a separação entre motivo e objeto como sendo uma consequência da vida do homem em sociedade, do trabalho coletivo, em que a divisão do trabalho resultou em resultados parciais que sozinhos não podem satisfazer a necessidade do indivíduo.

Toda ação tem um objetivo imediato que pode ser identificado como sendo a resposta óbvia para a seguinte questão: Por que eu estou fazendo isso? Por exemplo, por que alguém lê um livro? A resposta é óbvia, para se inteirar do assunto tratado no livro, assim o objetivo imediato da ação de ler o livro é se informar sobre um determinado assunto. No

entanto, essa ação vai estar associada a uma ou várias atividades. Se o motivo da leitura é para a apresentação de um seminário de uma disciplina do curso de pós-graduação, a ação de leitura realizada pelo aluno atende ao motivo de tirar nota na disciplina e ao motivo de concluir a pós, ou seja, ele se associa a duas atividades.

Assim, ao analisar um determinado processo sob a visão de sua relação com o motivo, temos uma atividade como, por exemplo, ler um livro de astronomia como preparação para ministrar aulas da temática. Mas se esse mesmo processo for analisado sob a visão da sua relação com o objetivo imediato, temos uma ação, por exemplo, ler um livro de astronomia para me informar sobre a temática.

Destarte, ação e atividade não têm caráter definitivo, o objetivo de uma ação pode se transformar no motivo dessa ação, transformando-a em atividade e o motivo de uma atividade pode se transformar em um objetivo, transformando-a em ação. Para ilustrar essa mutação, considere uma pessoa que, enquanto espera atendimento em um consultório, pega uma revista para folhear. Nesse caso, o verdadeiro motivo da revista é a distração, enquanto aguarda, o ato de folhear a revista é uma ação. Porém, se ela encontra, na revista, assuntos de seu interesse que a motiva ler para apropriar-se do tema, o ato de tomar consciência do conteúdo é a sua atividade e a leitura é ação que concretiza duas atividades, a atividade de apropriação do assunto é a de esperar o atendimento.

De acordo com Leontiev (1978b, p. 298), “[...] É este processo que constitui a base psicológica concreta sobre a qual assentam as mudanças da atividade dominante, e por consequência, as passagens de um estágio de desenvolvimento a outro [...]”. Assim, a mutação da atividade em ação provoca o desenvolvimento do indivíduo que passa a desenvolver atividades cada vez mais complexas.

Para explicar o processo de transformações entre ação e atividade, Leontiev (1978b) utilizou os conceitos de motivos apenas compreendidos e motivos que agem realmente. Conforme ele explica, “[...] os motivos ‘apenas compreendidos’ transformam-se em determinadas condições, em motivos eficientes. É assim que nascem novos motivos e, por consequência, novos tipos de atividade” (LEONTIEV, 1978b, p. 299). Parafraseando Leontiev, DIOGO (2016, p. 45) sintetiza o motivo apenas compreendido como o que “[...] existe na consciência do indivíduo, mas não é capaz de, efetivamente, levá-lo à realização do processo [...]”, e o motivo que age realmente como:

[...] o que possui eficácia psicológica, ou seja, é aquele motivo que faz com que o indivíduo realize determinado processo. Contudo, esse motivo pode ou

não coincidir com o objeto do processo, configurando, em caso afirmativo, uma atividade e, em caso negativo, uma ação [...]. (DIOGO, 2016, p. 45).

Essa transformação entre os motivos pode ser exemplificada com o caso de um aluno que entra na pós-graduação, embora ele saiba que a pós-graduação serve para ampliar o seu conhecimento, ele passa a frequentá-la, motivado pelo aumento no salário que a qualificação proporcionará, assim passam a coexistir em sua consciência, respectivamente, o motivo apenas compreendido e o motivo que realmente age. No entanto, no decorrer das aulas, ele passa a se interessar pelos temas abordados e passa a realizar todas as leituras, a se aplicar nas atividades, enfim, se interessa pelo conhecimento, fazendo surgir uma nova atividade, pois o motivo que era apenas compreendido, converteu-se no motivo que realmente age.

No que diz respeito à ação, Leontiev (1978a) atribui dois aspectos a ela, um intencional e um operacional. O primeiro diz respeito ao objetivo da ação e o segundo, à maneira como esse objetivo vai ser alcançado. Segundo ele, esses aspectos atribuem uma qualidade especial para ação, os meios pelo qual se executa essa ação, meios esses que foram chamados de operação e estão relacionados a condições. Segundo ele, “[...] toda operação é resultado da metamorfose da ação que acontece, porque passou a fazer parte de outra ação e segue sua tecnificação [...]” (LEONTIEV, 1978a, p. 86), as operações realizam as atividades do homem.

Assim, como a atividade é constituída por ações, as ações são constituídas de operações “[...] as operações são conteúdos dispensáveis de toda a ação, mas não se identificam com a ação. Uma só e mesma ação pode se realizar por meio de operações diferentes, e inversamente, ações diferentes podem ser realizadas pelas mesmas operações [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 304). Isso significa que um mesmo objetivo de uma ação, pode ser alcançado por diferentes formas, e quem determina a forma a ser utilizada são as condições do momento.

Para ilustrar o apresentado, considere a situação hipotética de uma pessoa que precisa enviar um recado à outra para comunicar-lhe algo. O motivo da atividade seria comunicar o recado, enviá-lo seria a ação e escrever a operação. Ela poderia enviar o recado via aplicativo de mensagens por rede social, por *email*, pelo serviço de mensagem curta de texto (SMS) ou escrever em um papel e pedir a alguém que leve o recado até a outra pessoa. Deste modo, a maneira como a operação de escrever vai ser executada, vai depender da condição disponível, se estiver com o celular conectado à internet, pode escolher qualquer uma das três primeiras operações, porém se estiver desconectado, só lhe estará disponível as duas últimas e se não

tiver celular, só lhe resta a última, ou seja, é a condição disponível que determinará como a operação será executada.

Considerando apenas as operações conscientes, Leontiev (1978b, p. 304) afirma que elas “[...] formam-se primeiro como processos que visam um fim, que podem apenas adquirir em seguida, em certos casos, a forma de práticas automatizadas [...]”, ou seja, o que é uma operação nesse momento, já foi uma ação no passado, segundo Leontiev (1978b), ações que se transformam em operações são substituídas por ações mais complexas.

Para que uma ação se transforme em operação consciente, Leontiev (2018b, p.304) destaca que é necessário “[...] Dar-lhe um novo fim, no qual a ação considerada se torne o meio de execução de outra ação. Por outras palavras, o que era fim da primeira ação, deve transformar-se em uma das condições da ação requerida pelo novo fim [...]”. Citando o ato de passar marchas no carro, Leontiev (1978a) destaca que as operações podem converter-se em função de uma máquina.

Tome como exemplo o caso da escrita, quando a criança começa aprender a escrever, ela precisa pensar sobre o traçado de cada uma das letras enquanto escreve, assim o ato de escrever uma letra se configura como uma ação. Após algum tempo, ela já adquire habilidade para fazer as letras e passa a fazê-las de forma automática, transformando o ato em operação e dando origem à ação de escrever palavras que, após algum tempo também se converterá em operação, dando origem a uma ação mais complexa e assim sucessivamente. E conforme destacou Leontiev (1978a), essa operação pode-se converter em função de uma máquina, pois atualmente a operação de traçar as letras para escrever pode ser substituída por um computador onde basta apertar teclas.

A partir do que foi exposto, pode-se apresentar, de modo sucinto, a atividade como um fenômeno amplo e complexo direcionada por um objeto que, ao encontrar-se com uma necessidade, transforma-se no motivo da atividade e passa a estimulá-la. A atividade se concretiza por meio de uma ação ou uma cadeia de ações que são direcionadas a um objetivo e são concretizadas por operações conscientes que dependem das condições para serem executadas.

Com o objetivo de apresentar graficamente a estrutura da atividade, Daniels (2003, p. 116) propôs o esquema em forma de triângulo, apresentado na figura 3. Nele o autor apresenta todos os componentes de uma atividade, organizando-os de tal modo que permite uma compreensão de hierarquia entre eles.

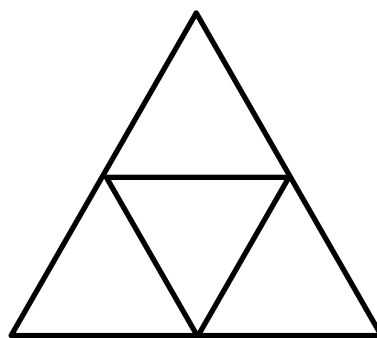
Figura 3 – Estrutura hierárquica da atividade



Fonte: Daniels, 2003, p.116.

No entanto, a partir de estudos realizados sobre a TA, verificou-se que o diagrama apresenta limitações na apresentação de toda a complexidade da teoria, como por exemplo, o fato de ele não contemplar a representação das possibilidades de metamorfoses da atividade e da ação, nem apresentar as necessidades que, em união com o objeto, formam o motivo da ação. Assim, foi elaborado um diagrama que apresenta a estrutura da atividade em uma forma mais minuciosa. A figura 4 apresenta o módulo básico para construção do diagrama.

Figura 4 – Elemento fundamental da proposta de diagrama para estrutura hierárquica da atividade



Elaborado pelo autor

Ele lembra o esquema proposto por Engestrom, uma expansão do modelo proposto por Vigotski, para representar as mediações presentes na estrutura da atividade. Essa semelhança é entendida como um ponto positivo para a proposta, pois reforça a ideia de que é uma proposta mais adequada para a estrutura da atividade. Na verdade, o modelo foi inspirado no fractal conhecido como triângulo de Sierpinski⁶ que, por ser em forma de triângulo, se adequou a nossa proposta.

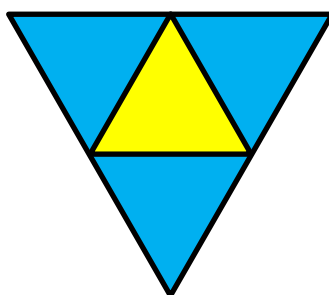
⁶ O Triângulo de Sierpinski pertence a uma classe de objetos matemáticos conhecidos como fractais, cuja principal característica é não perder a sua definição inicial à medida que é ampliado.

Fonte: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm48/sierpinski.htm>

Ao contrário da proposta de Daniels (2003), que coloca dentro do triângulo atividade, ação e operação; nesta proposta, cada triângulo representa os seus respectivos motivo, objetivo e condições. Atividade e ação será o resultado da junção desses triângulos.

Desta forma, a interpretação do diagrama se dá da seguinte forma: Os triângulos em tons de amarelo representam as condições das operações; os em tons de azul, o objetivo da ação, assim a junção objetivo com operações compõe o módulo que representa uma ação (figura 5).

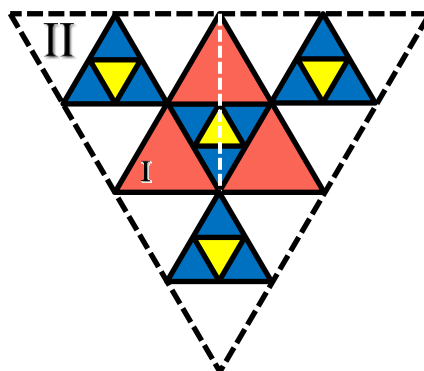
Figura 5 – Módulo ação para uma proposta de diagrama para estrutura hierárquica da atividade



Elaborado pelo autor

Utilizando o mesmo princípio, foi construído o módulo atividade dominante do indivíduo (figura 6). Nele o triângulo em tons de vermelho representam o motivo e o triângulo pontilhado (II), a atividade. Em volta do triângulo que representa o motivo (em tom de vermelho) estão os triângulos representantes do objetivo das ações, que são voltados para o motivo da atividade, que por sua vez tem voltados para eles as condições da operação. O triângulo que representa o motivo é repartido por uma linha pontilhada, indicando que o motivo é formado pela objetivação da necessidade, ou seja, o encontro entre necessidade e objeto.

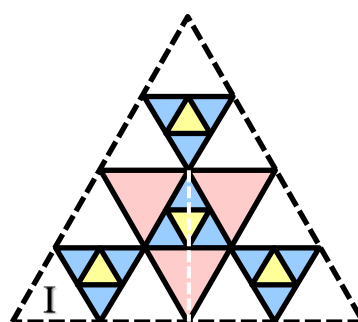
Figura 6 – Módulo atividade para uma proposta de diagrama para estrutura hierárquica da atividade



Elaborado pelo autor

Dentro do triângulo (em tom de vermelho) que representa o motivo, desta atividade, está um módulo que representa uma ação (triângulo azul e triângulo amarelo), pois se o objetivo daquela ação tornar-se um motivo, o esquema é aproximado, para os limites do triângulo em tom de vermelho (I), revelando novas ações, operações e a possibilidade de outro objetivo se transformar em motivo, promovendo o que antes era uma ação em atividade (figura 7). O triângulo, que antes representava o motivo, passa a representar a atividade com uma cadeia de ações.

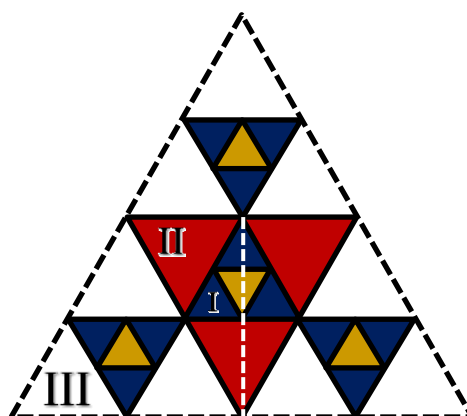
Figura 7 – Atividade gerada a partir da transformação do objetivo de uma ação em objetivo de uma atividade



Elaborado pelo autor

Da mesma forma, se o motivo transformar-se em objetivo e passar a fazer parte de outra atividade, o esquema apresentado inicialmente é afastado, revelando uma nova atividade com toda a sua estrutura (figura 8).

Figura 8 – Atividade gerada a partir da transformação do motivo de uma atividade em objetivo da uma ação



Elaborado pelo autor

Assim, considera-se que esse modelo seja apropriado para representar a estrutura da atividade, pois, por ser elaborado com fundamentação em um fractal, ele representa os elementos que compõem a estrutura da atividade e as mutações que a atividade pode sofrer,

transformando-se em sistemas mais complexos ou em ações, como é possível verificar no diagrama da estrutura de uma atividade dos alunos participantes da eletiva de robótica, que é apresentado no capítulo de análise dos dados.

3.1 O conceito de significado e de sentido pessoal na obra de Leontiev

Ao analisar a categoria de sentido e significado, Rey (2007) e Asbahr (2014) apontam que esses conceitos têm se tornado recorrente nas pesquisas da área pedagógica e psicológica. Segundo esses autores, a justificativa para o aumento das produções está no fato de que eles são conceitos amplos, utilizados em várias áreas do conhecimento e não apenas na área pedagógica e psicológica. Essa característica, de acordo com Rey (2007), acaba por banalizar os conceitos, fazendo com que eles sejam empregados de forma equivocada, com significações destoantes das suas gêneses, principalmente a categoria sentido.

O conceito de sentido tem origem na última etapa do pensamento científico de Vygotsky. O autor foi o responsável por introduzir a categoria sentido na perspectiva histórico-cultural, quando estava estudando a relação entre pensamento e linguagem (REY, 2007; ASBAHR, 2014). Para Rey (2007), Vygotsky desenvolveu a categoria sentido para analisar de uma forma mais completa a relação entre o cognitivo e o afetivo. Nesse sentido, Asbahr (2014, p.266) completa que “[...] Com o conceito de sentido, o autor avança na sua investigação acerca da constituição da consciência humana e estabelece a unidade entre cognição e emoção [...]”.

Como Vygotsky introduziu o conceito de sentido na fase final do seu trabalho, a sua obra não o apresentou concluído e então, seguidores seus como, por exemplo, A. N. Leontiev continuaram desenvolvendo o conceito. No entanto, há quem defenda que o conceito de sentido de Leontiev toma “[...] um caminho diferente daquele que a categoria de sentido sinaliza na obra de Vygotsky [...]” (REY, 2007). O autor fundamenta-se em um artigo de A. A. Leontiev, filho de Leontiev, para assumir tal posição.

Muitas das ideias teóricas, nesses trabalhos, [refere-se aos trabalhos da última etapa de sua vida, escritos entre 1933 e 1934], porém não foram levantadas pelo grupo de Jarkov ou foram só parcialmente aceitas. Elas foram apenas percebidas pelos historiadores de Vygotsky e foram deliberadamente ignoradas por seus críticos. A mais importante dessas ideias foi a ideia de ‘sentido’ ou de ‘campo de sentido’. (LEONTIEV, 1992, p. 41 apud REY, 2007, p. 166).

Contudo, Asbahr (2014, p. 267) considera que:

[...] Embora existam diferenças entre os autores, o que nos faz afirmar a existência de continuidade entre eles é o fato de que ambos partem da mesma concepção de homem e de ciência e especificamente, de Psicologia, orientando suas pesquisas fundamentados no Materialismo Histórico-Dialético como referência Ontológica e epistemológica [...] (p. 267).

Assim, acredita-se que os conceitos de sentido e significado que foram desenvolvidos por A. N. Leontiev e foram utilizados nesse trabalho, têm a sua gênese no trabalho de Vygostky.

Para Leontiev (1978), as relações entre significado⁷, sentido pessoal e conteúdo sensível, são as principais componentes da estrutura interna da consciência humana. Segundo ele, “[...] É o conteúdo sensível (sensações, imagens de percepção, representações) que cria a base e as condições de toda consciência. De certo modo, é o tecido material da consciência que cria a riqueza e as cores do reflexo consciente do mundo. [...]” (p. 99). Porém, sozinho, o reflexo consciente não reflete toda a especificidade da consciência, é preciso compreender também o significado e o sentido desse conteúdo, pois conforme aponta Asbahr (2005, p. 111), “O homem apropria-se das significações sociais expressas pela linguagem e confere-lhes um sentido próprio, um sentido pessoal vinculado diretamente à sua vida concreta, às suas necessidades, motivos e sentimentos [...]”.

De acordo com Leontiev (1978, p. 94), os significados são pertencentes ao “[...] mundo dos fenômenos objetivamente históricos [...], é a forma sob a qual um homem assimila a experiência humana generalizada e refletida [...]”. Assim, os significados carregam em si o resultado do trabalho acumulado pela humanidade ao longo do seu desenvolvimento.

Nesse sentido, o autor considera que:

Significados refratam o mundo na consciência do homem. O veículo do significado é a linguagem, mas linguagem não é o demiurgo do significado. Oculto atrás dos significados linguísticos (valores) estão modos socialmente desenvolvidos de ação (operações), no processo pelo qual pessoas mudam e conhecem a realidade objetiva. Em outras palavras, significados são a forma ideal materializada e linguisticamente transmutada de existência do mundo objetivo, suas propriedades, conexões e relações reveladas pela prática social agregada (LEONTIEV, 1978a, p.111).

⁷ Há uma variação na nomenclatura do conceito nas obras consultadas. No livro “Atividade consciência e personalidade”, Leontiev emprega a palavras significado para o conceito e no livro “O desenvolvimento do psiquismo”, ele utiliza a palavra significação. Acredita-se que essa discrepância possa existir em razão da tradução, enquanto o primeiro está escrito em espanhol, o segundo está escrito em português de Portugal. Neste trabalho optou-se por utilizar apenas a palavra significado para se referir a esse conceito.

Ao afirmar que o significado “[...] é o reflexo da realidade independentemente da relação individual ou pessoal do homem a esta [...]” (LEONTIEV, 1978, p. 96), o autor explicita a independência dele em relação ao indivíduo, ou seja, o significado existe mesmo sem que um indivíduo tome conhecimento dele, pois é fruto da produção histórica humana. Assim, o homem na sua interação com objetos materiais e na comunicação, se apropria dos significados historicamente elaborados, aprendendo a cumprir ações e a dominar as operações correspondentes que estavam representadas no significado que serão interiorizadas e formarão conceitos na cabeça do indivíduo (LEONTIEV, 1978a).

Entretanto, Diogo (2016, p.48) destaca que, “[...] para um sujeito se apropriar de ‘algo’, não é obrigatória a reconstrução ou a reelaboração desse objeto cultural, ou seja, não é estritamente necessário refazer a atividade original que resultou naquilo que é o ‘alvo’ da apropriação [...]”, citando Duarte (2004), ele esclarece que “[...] É possível apropriar-se de ‘algo’ por meio de atividades que façam uso do objeto [...]” (DIOGO, 2016, p.49). Tome como exemplo o caso de uma caneta esferográfica, para utilizá-la, não precisamos “reinventá-la”, já sabemos qual a sua utilidade, como deve ser utilizada. E por que sabemos? Temos esse conhecimento em razão da nossa interação com o mundo objetivo, que nos “apresenta” como se usa uma caneta.

Uma leitura desatenta às colocações dos dois últimos parágrafos pode nos levar a concluir, equivocadamente, que então, na cabeça de todos os homens, forma-se o mesmo conceito sobre um determinado objeto cultural, pois a humanidade é única e é ela quem atribui significado ao objeto logo, ele possui significado único.

Nesse sentido, deve-se considerar que, de acordo com Leontiev (1978b), a divisão social do trabalho, que separa a atividade prática da intelectual, fez com que os significados adquirissem vida dupla, sendo produto da consciência social e produto da consciência individual. Como produto da consciência social, eles expressam “[...] o movimento da consciência humana e de seus recursos cognoscitivos, assim como noções ideológicas da sociedade, religiosas, filosóficas, políticas [...], obedecendo às leis sócio-históricas e, ao mesmo tempo a lógica de seus desenvolvimentos” (LEONTIEV, 1978a, p. 116). Como produto da consciência individual, eles se individualizam e adquirem caráter subjetivo sem perder sua natureza, suas objetividades, eles passam a fazer parte de outro sistema de relacionamentos na consciência do indivíduo, pois como afirma Leontiev (1978a, p.120), “[...] no sistema da consciência individual, os significados não se realizam a si mesmos, mas ao movimento do sentido pessoal incorporado neles [...]”.

É a subjetividade que os significados adquirem na consciência do indivíduo que faz com que eles se tornem distintos na consciência individual de cada homem, pois cada um vai atribuir um “sentido pessoal” a ele que está “[...] vinculado diretamente à sua vida concreta, às suas necessidades, motivos e sentimentos” (ASBAHR, 2005, p. 111). Segundo Leontiev (1978b), é o sentido pessoal que o indivíduo dá a um significado que vai determinar o grau de assimilação dele e o que o significado vai representar para a personalidade do indivíduo. Assim, a um mesmo significado social podem ser atribuídos sentidos variados que vão depender do lugar de cada indivíduo na sociedade.

Destarte, no construto teórico de Leontiev, o termo significado e sentido não são sinônimos, eles referem-se a fenômenos diferentes, pois:

[...] Enquanto a atividade sensorial externa vincula na consciência do sujeito os significados com a realidade do mundo objetivo, o sentido pessoal os vincula com a realidade de sua própria vida neste mundo, com seus motivos. O motivo pessoal é o que cria o viés da consciência humana. (LEONTIEV, 1978a, p. 120)

Para ilustrar o supracitado, retome o exemplo da caneta esferográfica. Se ela for entregue a um estudante, ele a utilizará como instrumento para fazer anotações, pois foi esse o sentido pessoal desenvolvido em sua consciência a partir da apropriação do significado social desse objeto. Porém, se a caneta for entregue a um índio que vive em uma tribo isolada da civilização, é provável que, em razão do formato pontiagudo da caneta, ele a utilize como um instrumento para perfurar algo, pois a partir dos significados da sua sociedade, ele desenvolveu o sentido pessoal de que objetos pontiagudos, como a flecha e a lança, servem para furar.

A diferença de sentido pessoal que os dois indivíduos atribuíram à caneta, justifica-se no fato de que “[...] o sentido consciente é criado pela relação objetiva que se reflete no cérebro do homem, entre aquilo que o incita a agir e aquilo para o qual a sua ação se orienta como resultado imediato [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 97). Ou seja, o sentido pessoal é criado na relação entre o motivo da atividade e o objetivo de uma ação e “[...] é, antes de mais nada, uma relação que se cria na vida, na atividade do sujeito [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 97). Como o estudante e o índio são levados a agir por motivos diferentes, com objetivos diferentes, então a caneta adquire sentidos pessoais diferentes para eles.

Em razão da gênese do sentido pessoal estar no motivo da atividade, é ele quem revela o sentido pessoal da atividade para o indivíduo, então, para descobrir qual é o sentido que o indivíduo atribui a uma atividade, é preciso investigar qual é o motivo que o

impulsiona, pois “[...] todo sentido é sentido de qualquer coisa. Não há sentidos ‘puros’ [...]” (LEONTIEV, 1978b, p. 97). Isso faz com que o sentido pessoal adquira um caráter dinâmico, pois conforme apresentado anteriormente: os motivos da atividade podem sofrer mutação, são eles que determinam o sentido pessoal de uma atividade, então, uma mudança no motivo produz alteração no sentido dado pelo indivíduo àquela atividade.

Revisitando o caso do aluno de pós-graduação que é motivado pelo aumento de salário, é possível compreender o supracitado. Enquanto o que lhe motivava era o aumento no salário, o sentido pessoal atribuído à leitura era o de cumprir uma formalidade para então conseguir o aumento de salário desejado. Porém, quando ele passa a se interessar pelo conhecimento, o sentido pessoal atribuído à leitura também muda, fazendo-o assimilá-la de maneira diferente, agora o sentido pessoal da leitura passa a ser a sua formação pessoal e profissional.

Anteriormente, quando o mesmo exemplo foi analisado sob o ângulo dos motivos, observou-se que havia uma transformação de um motivo apenas compreendido em um motivo que age realmente. Retomando essa análise sob o ponto de vista do sentido, pode-se apontar que o motivo que age realmente é quem dá sentido pessoal à atividade, pois o objetivo da ação (compreensão da leitura) guarda uma relação consciente com o motivo da atividade (ampliação do conhecimento). Já o motivo apenas compreendido, não gera sentido pessoal na atividade, pois terminar uma leitura (objetivo da ação), não guarda uma relação direta com o motivo da ação (aumento de salário), fazendo com que ele seja um motivo externo à atividade do sujeito e se configure então, como um fator impulsionador da atividade. Desse modo, partindo do motivo de ganhar mais, o indivíduo entra em atividade de ampliação do seu conhecimento (ASBAHR, 2014).

Para concluir, é possível sintetizar os sentidos pessoais como sendo a interpretação dada pela consciência do ser humano a práticas consolidadas na sociedade, ou seja, aos significados. Essa interpretação é determinada pela posição do sujeito na sociedade e a forma como ele interage com ela, fazendo assim com que um significado adquira sentidos pessoais distintos para indivíduos distintos, isso quer dizer que, embora o conhecimento seja único, o que vai ser feito com esse conhecimento, como ele vai ser utilizado, é pessoal e não é definitivo, pois o sentido pessoal sofre mutação, quando por alguma razão o motivo de uma atividade muda.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo, será descrito o referencial teórico-metodológico que guiou o pesquisador⁸ durante o desenvolvimento da pesquisa, assim como os procedimentos realizados por ele para coletar dados e as bases teóricas que nortearam a análise desses dados na busca de evidências que contribuam com a elaboração de uma resposta plausível às perguntas norteadoras desse trabalho, pois conforme preconiza Gamboa (2013, p. 121-124),

A metodologia do projeto se refere basicamente à previsão das fontes em que o pesquisador poderá obter informações para elaborar a resposta [...], os instrumentos e as técnicas para coletar e organizar as informações [...] devem indicar bases teóricas que se referem à categoria de análise e aos referenciais a serem utilizados para a interpretação e discussão dos resultados.

4.1 Definindo o tipo de pesquisa

Optou-se por desenvolver este trabalho segundo uma abordagem qualitativa de pesquisa, que, conforme Triviños (1987), tem como foco principal a compreensão, a descrição e a interpretação dos significados que as pessoas projetam nos fenômenos em estudo e, ainda segundo o mesmo autor, do ambiente, do contexto onde os indivíduos realizam suas ações e desenvolvem seu modo de vida, o qual tem importância essencial na compreensão mais clara de suas atividades.

A pesquisa qualitativa tem cinco características específicas assinaladas por Triviños (1987): I- A pesquisa tem o ambiente natural como fonte dos dados e o pesquisador como instrumento chave. II- A pesquisa qualitativa é descritiva. III- Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e os produtos. IV- Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. V- O significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa.

Sendo assim, o presente trabalho segue uma abordagem qualitativa, uma vez que pactua com as 5 características apontadas por Triviños (1987), pois:

⁸ A pesquisa foi planejada e executada pelo pesquisador, assim quando ele estiver executando funções da pesquisa, será chamado de pesquisador e quando estiver em sala de aula, executando funções de docente, será chamado de professor. O pesquisador avaliará a aula posteriormente, utilizando a gravação de vídeo que foi realizada em todo encontro.

I- Investigou a utilização de robótica, na sala de aula durante o horário regular de aulas, e o pesquisador foi o responsável por observar, analisar e interpretar dados obtidos durante a sua vivência nas aulas.

II- Utilizou-se da descrição, buscando apresentar as relações estabelecidas entre alunos, entre alunos e tecnologia e entre alunos e professor em aparência e essência.

III- Procurou entender os motivos causadores das ações dos alunos nas aulas.

IV- Buscou interpretar as ações tomadas pelos alunos, a partir da Teoria da Atividade.

V- Procurou compreender o sentido dado pelos alunos às aulas que utilizaram a robótica como artefato mediador do ensino.

Seguindo os princípios metodológicos da pesquisa qualitativa, o pesquisador analisou os sujeitos com visão de totalidade, ou como afirma Triviños (1987, p.128), “[...] com visão ampla e complexa do real social”, haja vista que a pesquisa levou em conta o contexto social dos alunos envolvidos, sua essência, e, através de descrição, pretendeu explicar “[...] sua origem, suas relações e suas mudanças [...]” (TRIVIÑOS, 1987, p. 129).

Por ter sido uma investigação realizada na sala de aula, ambiente natural dos alunos, optou-se por desenvolver uma pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica formativa. Intervenções pedagógicas são “[...] pesquisas sobre e com pessoas, fora do ambiente protegido de um laboratório, o que as distinguiria dos procedimentos clássicos orientados pelo paradigma da ciência experimental [...]” (ROBSON, 1995 apud ROCHEFOR, 2002, p.125), ratificando assim seu caráter qualitativo. É formativa, porque Cenci (2016, p. 66), citando Engeström (2011), esclarece que “[...] a intervenção formativa pode ser definida como ação proposital para produzir mudanças [...]”, e essa pesquisa propôs atividades educativas, tendo a robótica como artefato mediador, buscando investigar, se há mudanças e qual o tipo de mudança, o sentido que os alunos atribuem às aulas sofre, quando a robótica é utilizada como artefato mediador do ensino.

O pressuposto de que “[...] as intervenções em educação, em especial as relacionadas ao processo de ensino aprendizagem, apresentam potencial para, simultaneamente, propor novas práticas pedagógicas (ou aprimorar as já existentes), produzindo conhecimento teórico nelas baseado [...]” (DAMIANI, 2012, p.2), reforça a escolha por este tipo de pesquisa, pois se espera que a inserção das aulas de robótica possa ajudar a compreender como as novas tecnologias influenciam o sentido que os alunos dão às aulas com esses aparatos.

Segundo Damiani (2012, p. 7), nesse tipo de pesquisa, pode-se identificar os seguintes aspectos:

1) são pesquisas aplicadas, em contraposição a pesquisas fundamentais; 2) partem de uma intenção de mudança ou inovação, constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas; 3) trabalham com dados criados, em contraposição a dados já existentes, que são simplesmente coletados; 4) envolvem uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam à mudança ou inovação.

Esses aspectos fundamentam a escolha da intervenção pedagógica para esse trabalho, pois se trata de uma pesquisa que utilizou tecnologia na sala de aula – pesquisa aplicada – para verificar os efeitos do aparato tecnológico sobre os sentidos dos alunos nas aulas com uso de robótica LMS – intenção de mudança –, produzindo dados – dados criados – que serão analisados a partir da triangulação dos dados coletados – avaliação rigorosa – para diagnosticar quais foram os resultados da intervenção.

As intervenções pedagógicas, quando orientadas pela teoria histórico-cultural da atividade, são caracterizadas segundo dois princípios epistemológicos: o princípio funcional da dupla estimulação e o princípio da ascensão do abstrato ao concreto (SANNINO, 2011 apud DAMIANI et al., 2013). No que diz respeito ao princípio da dupla estimulação, Cenci (2016, p. 66) afirma que ele “[...] está ancorado na ideia de mediação, de utilizar estímulos externos para interferir em determinada conduta e resolver problemas [...]”. Rochefor (2002, p. 126), citando Vygotsky (1999), afirma que:

[...] para resolver uma situação-problema, os seres humanos lançam mão de outros estímulos, para além do estímulo inicial, que os auxiliam a resolvê-la. O primeiro estímulo é o problema, os segundos são os estímulos auxiliares, ou seja, os artefatos utilizados para controlar sua conduta, na tentativa de resolver o problema. Daí o princípio da dupla estimulação. [...]

Deste modo, a intervenção proposta nessa pesquisa vale-se do princípio da dupla estimulação à medida que apresenta aos alunos, sujeitos da pesquisa, a robótica como um artefato produtor de estímulos auxiliares para despertar nos alunos o interesse para resolver as situações problemas propostas, aplicando conhecimentos físicos e matemáticos - estímulo principal – estabelecendo um cenário em que se acredita possibilitar a análise do sentido atribuído pelos alunos às aulas.

Quanto ao princípio da ascensão do abstrato ao concreto “[...] parte-se da realidade objetiva tal como se a percebe e dela se extraem conceitos abstratos por meio dos quais, posteriormente, volta-se a analisar essa realidade [...]” (DAMIANI, 2012, p.6). Complementando as ideias dessa autora, Rochefor (2002, p. 126-127) afirma que:

[...] o entendimento da realidade, mediado por categorias de análises abstratas se verifica ao partirmos da realidade objetiva (concreto) e dela se extrairmos conceitos abstratos por meio dos quais, posteriormente, voltamos a analisar a realidade, chegando ao concreto pensado, ou seja, à realidade teoricamente analisada [...]

Semelhante ao desenvolvido por Rochefor (2002), em sua pesquisa de doutorado, o movimento de ascensão do abstrato ao concreto será realizado neste trabalho no momento de aplicação das abstrações teóricas – no caso, as ideias de Leontiev (1972; 1978a; 1978b) sobre a teoria da atividade – para entender a realidade concreta – sentidos que os alunos atribuem às aulas de Robótica –, testando sua pertinência e posteriormente produzindo um concreto (realidade) pensado, teorizado.

Para produzir dados que fizessem com que essa pesquisa cumprisse os dois princípios epistemológicos da intervenção, foi preciso desenvolvê-la, seguindo dois componentes fundamentais da pesquisa, “[...] o método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito). [...]” (DAMIANI et al., 2013, p. 62). Para que assim fosse construindo um universo de dados capaz de atender as necessidades inerentes a esse tipo de pesquisa.

Nesse sentido, as duas próximas subseções serão destinadas para apresentar esses elementos.

4.1.1 Método da intervenção formativa

O método da intervenção será “[...] descrito pormenorizadamente, explicitando seu embasamento teórico, [...] deve abordar o método de ensino aplicado, justificando a adoção das diferentes práticas específicas planejadas e implementadas. [...]” (DAMIANI et al. 2013, p. 62).

No que se refere ao método de ensino, as opções de método de uso do LMS costumam ser acanhadas, se fundamentando, predominantemente, na teoria construcionista de Papert, pois é esse o referencial adotado pela LEGO nas suas propostas de atividades que envolvem a robótica educacional (FEITOSA, 2013).

Destarte, visando colaborar com o desenvolvimento de uma pluralidade de métodos de ensino para o uso da robótica LEGO em sala de aula, buscou-se outro referencial para fundamentar as práticas de ensino relacionadas a esta pesquisa, um referencial que fosse coerente com a Teoria da Atividade, assim, como feito por Accioli (2005), Fortes (2007),

Leitão (2010), Nascimento (2012), optou-se pelo experimento de ensino (ARAÚJO; MAFRA, 2015) que “[...] é uma ferramenta conceitual que os pesquisadores usam na organização de suas atividades [...]” (STEFFE, THOMPSON, 2000, p. 273). Ou seja, ele é um método de pesquisa que contempla um método de ensino nomeado de episódios de ensino.

Fundamentando-se nas ideias de Kieran (1987, p. 82), acredita-se que a escolha do experimento de ensino para esta pesquisa é adequada, pois segundo essa autora:

[...] O experimento de ensino é uma metodologia de pesquisa que tem a possibilidade de nos ajudar a entender não apenas como o material pode ser apresentado com sucesso a um aluno, mas também como o aprendiz constrói significado para os tópicos introduzidos [...].

O experimento de ensino “[...] surgiu do experimento psicológico individual introduzido nos anos 1920 por Lev Semyonovich Vygotsky (KANTOWSKI, 1978, p. 43) e segundo Kieran (1987) foi usado pela primeira vez por Menchinskaya na União Soviética, em 1955, para “[...] revelar mais profundamente a influência da instrução sobre o desenvolvimento dos estudantes e para encontrar e testar princípios e métodos de instrução mais efetivos [...]” (KALMYKOVA, 1966, apud, KIERAN, 1987, p. 78).

O experimento de ensino tem como principal característica:

[...] a ruptura da diferenciação entre professores e pesquisadores, devido ao interesse dos pesquisadores em experimentar a aprendizagem e o raciocínio dos alunos em primeira pessoa. Os pesquisadores se tornam parte integrante do sistema que estão estudando ao interagir com ele. Isso leva a interações complexas que quebram a distinção habitual entre pesquisadores, professores e alunos [...]. (MOLINA; CASTRO; CASTRO, 2007, p.3).

Ou seja, um experimento de ensino busca “[...] captar os processos em seu desenvolvimento e determinar como a instrução pode influenciar esses processos [...]” (KANTOWSKI, 1978, p. 45), para isso o pesquisador “[...] assume o papel de professor [...]” (MOLINA; CASTRO; CASTRO, 2007, p.3) e professor/pesquisador juntamente como os alunos que passam a ser participantes ativos na construção dos conhecimentos (ARAÚJO; MAFRA, 2015).

De acordo com Kieran (1987), os experimentos de ensino “[...] podem ser realizados com sujeitos individuais, pequenos grupos ou aulas regulares. [...]”, no entanto, a autora pondera que “[...] experimentos de ensino feitos com classes inteiras não produzem o tipo de processamento de informação que pode ser obtida com indivíduos ou grupos muito pequenos [...]”. A autora esclarece que experimentos de ensino com classes inteiras são feitos “[...] em

uma fase posterior em sua experimentação para verificar a informação que foi obtida nas experiências individuais de ensino. [...]” (KIERAN, 1987, p. 78).

Na sua composição, o experimento de ensino possui a modelagem, os episódios de ensino e as entrevistas, que podem ser individuais ou grupais. Os experimentos de ensino são realizados para:

[...] testar e gerar hipóteses e conjecturas durante cada episódio de ensino, bem como no processo de pesquisa global. Algumas hipóteses ou conjecturas podem ser formuladas ou abandonadas após a análise de um ou vários episódios e novas hipóteses ou conjecturas condicionarão o planejamento das próximas intervenções na classe [...] (MOLINA; CASTRO; CASTRO, 2007, p.4).

A modelagem é realizada no início dos estudos, nela os pesquisadores criam um “[...] modelo preliminar dos fenômenos que eles querem estudar, que é baseado em seus pressupostos teóricos e sua experiência anterior [...]” (MOLINA; CASTRO; CASTRO, 2007, p.4). Ainda segundo os mesmos autores, as proposições iniciais serão validadas ou refutadas durante o desenvolvimento da proposta com os alunos, onde podem surgir novas proposições para serem testadas, reiniciando o ciclo.

O episódio de ensino é uma atividade de ensino constituída por três fases: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito.

[...] Na fase de exploração, os alunos exploram o conceito sob investigação através de atividades práticas. Na fase de introdução do conceito, uma explicação das observações que foram realizadas na fase exploratória é dada uma denominação é aperfeiçoada. Na fase de aplicação do conceito, os estudantes aplicam o conceito que eles exploraram e depois foram aperfeiçoados para novas situações [...] (ENGELHARDT et al., 2003, p.2).

Ainda sobre os episódios de ensino, eles:

[...] envolvem o professor/entrevistador, um observador e os alunos sob investigação [...] os episódios de ensino são gravados e analisados. A análise é então usada para orientar o próximo episódio de ensino. É durante esta fase que as hipóteses do pesquisador são testadas ou talvez abandonadas com base nas respostas dadas pelos alunos [...] O objetivo do observador nas experiências de ensino é ajudar o professor / entrevistador a entender o aluno e auxiliar na determinação da próxima fase do episódio de ensino. [...] os episódios de ensino permitem o teste de novas técnicas. A análise pode identificar qual técnica forneceu aos estudantes o crescimento mais conceitual. (ENGELHARDT et al., 2003, p.1).

Engelhardt et al. (2003) destacam que, durante o experimento de ensino ocorrem diversos episódios de ensino, nesse sentido, Leitão (2010) e Accioli (2005) concordam que um experimento de ensino não deve ter apenas um episódio de ensino, ele “[...] requer uma sequência de episódios de ensino planejados com a finalidade de envolver o grupo em torno de um objetivo comum, possibilitando a todos a oportunidade de interagir entre si e com o material [...]” (ACCIOLI, 2005, p. 21; LEITÃO, 2010, p. 54), assim ao longo do experimento de ensino, ocorrem vários episódios de ensino e aprendizagem.

Quanto às entrevistas, Engelhardt et al. (2003) explicam que elas são utilizadas para “[...] investigar o motivo dos alunos ou quais as estruturas de conhecimento eles possuem e utilizam normalmente [...]”. Ainda segundo os mesmos autores, nessas entrevistas, “[...] as perguntas tendem a ser focadas em torno das atividades ou tarefas que os alunos são convidados a pensar e explicar [...]” (ENGELHARDT et al., 2003, p. 2).

Os experimentos de ensino, normalmente ocorrem em “[...] períodos prolongados [...]” (ENGELHARDT et al., 2003, p.1) ou como afirmam Kantowski (1978, p.46) e Kieran (1987, p. 82) eles têm natureza longitudinal, assim os episódios de ensinamentos e a coleta de dados se estendem por períodos que podem ir de “[...] algumas semanas a até anos [...]” (KIERAN, 1987, p. 82). Além disso, Kieran (1987) destaca que, nos experimentos de ensino, é importante investigar o motivo do sucesso de um episódio de ensino em função dos processos de aprendizagem que foram utilizados.

Por fim, Damiani et al. (2013, p. 63) destacam que nas intervenções pedagógicas deve-se:

[...] analisar as característica(s) da intervenção responsável (eis) pelos efeitos percebidos em seus participantes. Tal análise discute os pontos fracos e fortes da intervenção, com relação aos objetivos para ela traçados e, caso se aplique, julga as modificações que foram introduzidas durante seu curso, frutos das constantes reflexões realizadas durante o processo interventivo [...].

Assim, acredita-se que a utilização do experimento de ensino na intervenção pedagógica formativa aqui analisada seja coerente, pois ambos têm como objetivo provocar mudanças nas práticas e avaliar quais foram os resultados obtidos a partir da mudança.

4.1.2 Método da avaliação da intervenção

Nesta subseção são descritos “[...] os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para capturar os efeitos da intervenção, [...] justificando seu uso a partir de ideias provenientes da teoria metodológica. [...]” (DAMIANI et al., 2013, p. 62).

4.1.2.1 Descrição do artefato mediador do ensino

Neste estudo, foi escolhido como artefato mediador do ensino o *kit* básico de robótica educacional LEGO Mindstorms® EV3 (figura 3), desenvolvido pelo ramo educacional LEGO *education* da empresa dinamarquesa LEGO Group em parceria com o *Media Lab do Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Este *kit* foi desenvolvido com base nos estudos de Seymour Papert como uma metodologia inovadora que contempla utilização de jogos educativos, o trabalho em equipe e quatro momentos de construção do conhecimento: contextualizar, construir, analisar e continuar (FEITOSA, 2013).

O *kit* básico do LEGO® Mindstorms EV3, desenvolvido pelos laboratórios do MIT, é constituído por peças tradicionais do brinquedo Lego, um micro controlador programável em formato de bloco (A), motores grande (B) e médio (C), sensor ultrassônico (D), sensor de luz (E), sensores de toque (F), sensor giroscópio (G), e cabos de conexão para ligar os motores e os sensores ao bloco programável. Por sua vez, o bloco micro controlado⁹ é equipado com 6 botões que permitem navegar pela sua interface, portas RJ 12 para conexão de sensores e motores, conexão USB e mini USB e entrada para cartão de memória de até 32 GB. A programação do controlador também pode ser feita via computador por meio do software de programação próprio, oferecido pela empresa e transferida para o bloco via cabo USB ou Bluetooth® (LEGO, 2013).

⁹ Especificações Técnicas: Processador ARM9 de 300 MHz; Memória RAM de 64 MB; Memória Flash de 16 MB; Tela de cristal líquido preto e branco com resolução 178x128.
Fonte: Manual LEGO Mindstorms EV3

Figura 9 – kit LEGO Mindstorms® EV3



Fonte: LEGO education.

Há a opção de expandir o *kit* básico com o *kit* de expansão composto por mais 800 novas peças de montagem, sensores infravermelhos e de temperatura e um *kit* de energia elétrica e solar. No entanto, essa expansão aumenta o valor agregado, que já é elevado para o *kit* básico. Como os recursos disponíveis para a aquisição dos *kits* eram limitados, optou-se por realizar apenas montagens que eram possíveis de serem feitas com o *kit* básico. Opção que não acarretou prejuízos às aulas, pois elas foram planejadas de acordo com o *kit* disponível.

Mesmo sabendo do custo elevado dos *kits* da LEGO, desenvolveu-se o trabalho com eles, pois embora eles tenham essa característica, em relação a outros equipamentos que têm a mesma finalidade, a utilização do LEGO® *Mindstorms* é mais vantajosa, uma vez que ele é desenvolvido com a finalidade educacional e por isso é de fácil manipulação, além de permitir uma grande possibilidade de programação que pode se adequar a diferentes objetos de estudo (OLIVEIRA et al., 2011).

4.1.2.2 Descrição do campo da pesquisa

A intervenção pedagógica foi realizada em uma escola pública de tempo integral da rede estadual de ensino no município de Jataí¹⁰. A escola onde o estudo foi desenvolvido é uma das oito unidades escolares da rede pública estadual que oferecem a modalidade ensino médio regular na cidade, está localizada na região central e atende 368 alunos nas três séries do ensino médio, divididos em 5 turmas de primeiro ano, 3 turmas de segundo ano e 3 turmas de terceiro ano.

Optou-se por uma escola de tempo integral, buscando interferir o mínimo possível na rotina escolar do aluno, pois conforme aponta Engelhardt et al. (2003) experimentos de ensino são desenvolvidos no ambiente natural da sala de aula. Desta forma, desenvolver o trabalho com alunos que frequentam as aulas em turno único, tornou-se metodologicamente inviável, pois o período de aulas desses alunos tem 5 horas de duração, sendo integralmente preenchido pelas disciplinas do núcleo básico comum. Realizar a inclusão das aulas de robótica exigiria a disponibilidade dos alunos em retornar à escola no contra turno, em um período que não o habitual.

Em contrapartida, os alunos da escola de tempo integral têm carga horária diária de 9 horas e, possuem, em sua matriz curricular, um núcleo diversificado de disciplinas para além do núcleo básico comum. Entre as disciplinas que contemplam o núcleo diversificado é prevista a oferta de disciplinas eletivas semestrais que devem ser propostas pelo corpo docente da escola, a partir dos eixos articuladores: Científico; Ético-político; Socioambiental; Estético-cultural e Esportivo, e da realidade local, na qual a unidade escolar está inserida. De acordo com as Diretrizes Operacionais da Rede Pública Estadual de Ensino de Goiás, a carga horária semanal da disciplina eletiva é de duas horas aula (100 minutos) e ela é ofertada durante um semestre letivo. Os estudantes possuem liberdade para escolher qual das disciplinas ofertadas ele deseja frequentar no semestre, sendo que, em cada semestre, é obrigatória a participação em alguma eletiva e o aluno não pode cursar a mesma eletiva em dois semestres consecutivos (GOIÁS, 2016).

Essa realidade vai ao encontro da ideia de que “[...] o ambiente, o contexto no qual os indivíduos realizam suas ações e desenvolvem seus modos de vida fundamentais, tem um

¹⁰ Jataí está localizada no Sudoeste Goiano e foi elevada à categoria de município através da Lei Estadual nº 56, de 31 de maio de 1895. Atualmente conta com uma população estimada de 93.759 habitantes, uma área de 7,174 km², e é considerada a maior produtora de grãos do Estado de Goiás (JATAÍ, 2016).

valor essencial para alcançar das pessoas uma compreensão mais clara de suas atividades [...]” (TRIVIÑOS, 1987, p.122).

Sendo assim, optou-se por realizar o estudo em uma unidade escolar com ensino em tempo integral, uma vez que essa modalidade possui um núcleo diversificado que possibilita a inclusão das aulas de robótica, na forma de disciplina eletiva, sem provocar alteração na rotina escolar do aluno, preservando “[...] o meio, com suas características físicas e sociais, ‘que’ imprime aos sujeitos traços peculiares que são desvendados à luz do entendimento dos significados que ele estabelece [...]” (TRIVIÑOS, 1987, p.122).

Então, foi acordado com o professor da disciplina de Física da escola campo, que o pesquisador¹¹ seria o responsável por ofertar e ministrar a eletiva relacionada à disciplina de Física, no primeiro semestre de 2018, e que, no segundo semestre de 2017, seriam ofertadas 6 aulas extracurriculares de Robótica, para alguns alunos da escola, com intuito de realizar a modelagem de experimentos de ensinos que seriam aplicados na eletiva.

4.1.2.3 Modelagem do experimento de ensino

As seis aulas extracurriculares ofertadas no segundo semestre de 2017 e os dados obtidos com a revisão de literatura serviram como referência para o desenvolvimento de um modelo preliminar para a utilização da robótica em sala de aula, pois de acordo com a teoria metodológica do experimento de ensino, é nos pequenos grupos que se produzem informações que podem ser mais bem verificadas (KIERAN, 1987). Assim, as aulas extracurriculares que compuseram a modelagem do experimento de ensino foram realizadas com 4 alunos, de um segundo ano do ensino médio, que foram escolhidos pela coordenação pedagógica da escola. Visando compor um grupo heterogêneo, assim como normalmente são as salas de aula, o pesquisador orientou a coordenação no sentido de selecionar alunos com níveis diferentes de dificuldade e interesse na sala de aula regular.

As aulas foram realizadas às quintas-feiras, das 13h:30min às 15h:10min, nos meses de Outubro e Novembro do ano de 2017. Nos seis encontros, foram desenvolvidas atividades de robótica com objetivo de testar e gerar hipóteses e conjecturas que orientariam os estudos na próxima fase do trabalho, que foi desenvolvida no primeiro semestre de 2018 com os alunos inscritos em uma disciplina eletiva na escola de tempo integral.

¹¹ Que será chamado, a partir de agora, de professor, pois enquanto estava na sala de aula, sua atividade era a de ensino e não a de pesquisa.

Esses encontros iniciais, da fase de modelagem, contribuíram para com a mudança na ideia inicial sobre a dinâmica das aulas. A princípio, a ideia era realizar aulas que favorecessem o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de planejamento, da autonomia, da criatividade, da cooperação entre os alunos. Deste modo, a proposta inicial, aplicada na modelagem, não contemplava especificamente a aplicação de conceitos específicos das disciplinas curriculares do ensino médio para fazer o robô funcionar, mas a utilização de testes experimentais e raciocínio dedutivo para que, a partir da reflexão do resultado de uma programação, o aluno fosse desenvolvendo uma programação que fizesse o robô cumprir uma tarefa previamente designada.

No entanto, foi diagnosticado, na análise do desenvolvimento dessas aulas, que os alunos se cansavam da atividade, ficando propensos a não desenvolvê-las até o final. Levantou-se então a hipótese de que esse desânimo poderia estar ocorrendo porque, da mesma forma que acontece normalmente, não estaria havendo relação entre as atividades práticas propostas e o conteúdo teórico ensinado nas aulas regulares. Diante dessa conjectura, optou-se por propor atividades que relacionassem a aplicação de conceitos ensinados nas aulas regulares para solucionar a situação problema.

A partir desse novo direcionamento, adotado no decorrer da fase de modelagem, os alunos passaram a se envolver mais e por um tempo maior com a atividade, permitindo que, com a ajuda do professor, empregassem conceitos teóricos na resolução de situações problemas e reaplicassem esse conceito para resolver outra situação problema que necessitava do conhecimento que havia sido desenvolvido anteriormente. Assim, optou-se por desenvolver episódios de ensino que seguissem essa dinâmica nas aulas da disciplina eletiva.

4.1.2.4 Os episódios de ensino.

Seguindo as orientações de Kieran (1987), o próximo passo da pesquisa foi a realização dos encontros da disciplina eletiva, na qual se utilizou os episódios de ensino desenvolvidos a partir da modelagem. Após o uso de cada episódio nesta disciplina, o encontro era analisado e a adequação do episódio de ensino era avaliada. Caso fosse necessário, eram realizados eventuais ajustes ou reformulações nos episódios de ensino para que eles adquirissem a configuração, na qual está publicado, como sendo parte do produto da pesquisa.

Diferentemente do ocorrido na modelagem, nesta fase da pesquisa foram os alunos que optaram por participar da pesquisa. A disciplina eletiva de robótica foi apresentada para

todos os alunos da escola na primeira semana de aulas, durante uma exposição de eletivas, na qual o proponente visita todas as turmas da escola, apresentando sua disciplina eletiva. Após essa apresentação os alunos, obrigatoriamente, devem escolher uma delas, aquela que ele mais se identificou ou pela qual teve maior interesse, e inscrever-se.

Durante a apresentação das eletivas, os professores proponentes explicitam aos alunos qual é o objetivo da eletiva e quais serão as atividades desenvolvidas, deste modo os alunos que se inscreveram para a eletiva de robótica estavam cientes de que participariam, como sujeitos, de uma pesquisa. A priori, pactuando com as orientações do Manual Didático Pedagógico da LEGO que sugerem a quantidade de 4 alunos para cada *kit* de robótica (FEITOSA, 2013), definiu-se que seriam disponibilizadas 16 vagas para a eletiva. No entanto, devido ao número elevado de alunos, a escola solicitou que fossem ofertadas 30 vagas para não sobrecarregar outras eletivas. Sabendo-se que uma quantidade maior que 4 alunos por *kit* gera “[...] ócio entre os participantes [...]” (DINIZ, 2014, p. 55), foi preciso ajustar com a coordenação pedagógica da escola uma quantidade de alunos que não gerasse grandes prejuízos ao desenvolvimento da eletiva e da pesquisa, assim acordou-se em 20 a quantidade de vagas da eletiva. Essa decisão foi tomada, mesmo sabendo que 5 alunos não eram a quantidade ideal para a utilização de um *kit* de Robótica, mas conforme apontado anteriormente, a pesquisa deve ser desenvolvida em seu local natural, ou seja, respeitar a realidade e as exigências da escola. Em razão do sucesso obtido durante a exposição das eletivas, a procura pela eletiva foi maior do que a quantidade de vagas disponibilizadas. Foram 38 alunos que optaram por inscrever-se na eletiva de robótica. Como foram disponibilizadas 20 vagas, foi preciso realizar um sorteio para escolher, de forma aleatória, quais alunos participariam da eletiva.

As aulas com robótica educacional iniciaram-se no dia 18 de Janeiro de 2018. O primeiro encontro foi dedicado a apresentações, do professor, da eletiva e dos alunos. Neste encontro, também foi lido e entregue aos alunos, em duas vias, o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) para ser assinado pelo responsável e devolvido na próxima semana. Também foi lido e entregue, em duas vias, para os alunos o termo de assentimento livre esclarecido (Apêndice B). Foi solicitada a devolução dos dois termos, assinados, no próximo encontro. Foi enfatizado que, por se tratar de uma pesquisa, a devolução dos termos assinados era obrigatória, caso não fosse realizada, o aluno ficaria impedido de participar da eletiva.

No segundo encontro, os alunos presentes entregaram os termos assinados e logo em seguida responderam a um questionário (Apêndice C) composto por questões de natureza

sócio-demográfica e questões sobre a relação aluno-escola. Neste mesmo encontro, em razão da disponibilidade de 4 *kits* LEGO Mindstorms® para a pesquisa, o professor dividiu os alunos em 4 grupos com 5 integrantes cada. Para essa separação, utilizou-se como critério as séries de origem dos alunos, para que todos os grupos fossem constituídos por alunos das 3 séries do ensino médio, para que cada grupo fosse o mais heterogêneo possível. Esse critério de formação dos grupos causou insatisfação de 2 alunos que, após o encerramento da aula, optaram por trocar de eletiva.

Depois da formação dos grupos, eles iniciaram a montagem de um jipe robô, nomeado na pesquisa de Rover¹² Educacional, seguindo o manual de instruções, que acompanha o *kit*. O modelo é o Robô Educador, sugerido pela LEGO, para realizar atividades introdutórias com robótica. No entanto, como os alunos não conseguiram terminar a montagem do modelo no tempo da aula e foi preciso meia hora do próximo encontro para encerrar a montagem, por isso é disponibilizado no produto desta pesquisa com montagem mais simples para diminuir o tempo de montagem e viabilizar a aplicação da proposta em 2 horas aula (100 min). Também há a possibilidade de aumentar o tempo de duração da aula, possibilitando a utilização do modelo educador.

Tendo como pressuposto o fato de que os alunos precisam saber noções básicas sobre o funcionamento e programação dos Robôs para conseguir realizar as tarefas propostas nos episódios de ensino, o tempo disponível do terceiro encontro foi utilizado para a realização de treinamento dos alunos sobre a utilização do *Software* de programação do *kit*. No treinamento, foi demonstrada a função de cada um dos blocos de programação do *software* LEGO, assim como a maneira de programar os parâmetros deles. Os alunos ainda foram orientados sobre como é feita a transmissão da programação realizada com o *software* instalado no computador para o bloco lógico do EV3. Após essas orientações, os alunos tiveram autonomia para realizar a programação que desejasse e observar o seu resultado no movimento do Rover.

O quarto encontro foi utilizado para capacitar os alunos sobre a utilização dos sensores de toque, ultrassônico, giroscópio e de luz. Para essa atividade foi utilizado o tutorial existente no *software* de programação da LEGO, o robô educador, no qual os alunos são instruídos sobre a programação do Rover, quando equipado com sensores. Inicialmente os alunos realizam uma atividade que é orientada passo a passo pelo tutorial. Após a conclusão desta atividade, o *software* propõe a eles a realização de um novo desafio, porém, nessa etapa, a

¹² Receberam esse nome, pois são veículos utilizados pelos alunos para explorar novos conhecimentos assim como os Rovers de exploração espacial da Agência Espacial Norte Americana (NASA)

programação é desenvolvida sem a ajuda, eles precisam utilizar o que foi aprendido na atividade orientada para conseguir solucionar a situação problema.

Próximo ao final do encontro, observou-se que, assim como no início da modelagem, houve o desinteresse dos alunos pelas tarefas propostas pelo tutorial. Supõe-se que isso aconteceu, porque nas atividades assistidas eles apenas realizavam as ações determinadas pelo programa, não tinham liberdade de criar, estavam limitados às orientações do *software*. Embora esse desânimo tenha sido detectado no avançar do encontro, todos os grupos realizaram ao menos uma tarefa, utilizando cada um dos sensores disponíveis no *kit*. Sendo assim, deu-se por encerrada a fase de capacitação e, no encontro seguinte, foi iniciada a aplicação dos episódios de ensino.

Foram desenvolvidos quatro episódios de ensino para serem utilizados na disciplina eletiva. Todos eles seguem a proposta de Engelhart et al. (2003) e foram planejados para serem desenvolvidos em um encontro de duas horas aulas, pois, conforme afirma Damiani (2003), o planejamento e a implementação das mediações são intrínsecos nas pesquisas do tipo intervenção pedagógica. O primeiro episódio de ensino utilizado abordou as relações métricas do círculo. O quadro 4 mostra a perspectiva dos alunos e do professor nos ciclos de aprendizagem do episódio

Quadro 4 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “no limite” com a perspectiva do professor e do aluno.

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar as relações métricas do círculo, fazendo com que o jipe robô saia de cima de uma linha e pare sobre outra a uma determinada distância.	Explorar o entendimento dos alunos sobre perímetro de círculos, auxiliando-os na compreensão da relação entre raio da roda e a distância percorrida por elas a cada rotação.
Introdução do conceito	Compreender os conceitos de raio, diâmetro, perímetro, graus, distância percorrida e relação entre eles durante o giro de uma roda.	Esclarecer as concepções prévias dos alunos acerca dos conceitos teóricos, evidenciando como o conhecimento científico auxilia na resolução da situação problema.
Aplicação do conceito	Aplicar o novo conhecimento para fazer o robô girar sobre seu eixo e movimentar-se dentro dos limites de uma pista retangular.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

Elaborado pelo autor.

O segundo episódio de ensino aplicado abordou os conceitos de velocidade média e instantânea, no quadro 5 encontram-se os 3 ciclos de aprendizagem do episódio.

Quadro 5 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “velocidade controlada” e as perspectivas do professor e do aluno.

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar a relação matemática entre distância percorrida e tempo gasto para fazer com que o Rover percorra a distância determinada dentro do tempo estipulado.	Investigar se o conhecimento prévio, utilizado pelos alunos para resolver a atividade proposta, tem fundamentação em conhecimento científico.
Introdução do conceito	Assimilar o conceito de velocidade média e instantânea, diferenciando-os e compreendendo a sua unidade de medida.	Explanar que a relação matemática entre distância percorrida e tempo gasto diz respeito ao conceito de velocidade.
Aplicação do conceito	Empregar os conceitos abordados para fazer o veículo percorrer autonomamente uma via que possui radar de velocidade média e radar de velocidade instantânea sem ser multado.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

Elaborado pelo autor.

O terceiro episódio de ensino trabalhou com o conceito de força de atrito. O quadro 6 apresenta, sob a perspectiva do professor e do aluno, os 3 ciclos de aprendizagem do episódio.

Quadro 6 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “cabo de guerra” e as perspectivas do professor e do aluno.

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar os fatores que têm influência sobre a força de atrito entre superfícies sólidas, enquanto programam o Rover para disputar um cabo de guerra	Explorar os saberes prévios dos alunos e as conjecturas formuladas durante o experimento, para que eles consigam inferir quais fatores têm influência sobre a força de atrito entre superfícies sólidas.
Introdução do conceito	Associar os conceitos teóricos explanados aos resultados experimentais e compreender como o atrito influencia o deslizamento entre superfícies.	Utilizar os resultados do experimento inicial para mostrar teoricamente que os fatores que influenciam a força de atrito são a rugosidade entre superfícies e a força de compressão entre elas.

Aplicação do conceito	Aplicar os conhecimentos abordados para fazer o Rover rebocar um corpo em três superfícies diferentes	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.
-----------------------	---	---

Elaborado pelo autor.

O último episódio de ensino contemplou o acoplamento de engrenagens em movimento circular. No quadro 7 estão os 3 ciclos de aprendizagem deste episódio.

Quadro 7 - Ciclos de aprendizagem do episódio de ensino “corrida de arrancadas” e as perspectivas do professor e do aluno.

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar o acoplamento de engrenagens para aumentar a velocidade de deslocamento do Rover.	Explorar o conhecimento de senso comum dos alunos acerca do funcionamento das marchas em carros e bicicletas, para que eles desenvolvam conhecimento científico sobre o acoplamento de engrenagens.
Introdução do conceito	Correlacionar as abordagens teóricas do acoplamento de movimento circulares com aplicações práticas da teoria	Mostrar a fundamentação teórica do funcionamento de engrenagens e polias acopladas, relacionando velocidade de borda com velocidade angular e frequência de rotação do eixo.
Aplicação do conceito	Aplicar o novo conhecimento para fazer com que o Rover pare sobre uma linha, com determinada distância do ponto de partida, no menor tempo possível.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

Elaborado pelo autor.

É importante destacar que a eletiva de robótica não foi constituída apenas por esses quatro episódios de ensino. A capacitação dos alunos para programação e a realização dos episódios aconteceram em nove encontros da eletiva. Os outros encontros foram utilizados para esclarecimentos sobre a eletiva, apresentação, preenchimento de termos e responder o questionário inicial (1 encontro), para a realização de uma entrevista em grupo (1 encontro), para a elaboração, desenvolvimento e apresentação de protótipos na culminância¹³ da eletiva

¹³ Culminância é a apresentação à comunidade escolar de um produto desenvolvido a partir da eletiva. A apresentação ocorre no último dia programado para a disciplina.

que aconteceu na última semana de aulas do semestre (3 encontros) e para o encerramento da eletiva e preenchimento do questionário de encerramento (1 encontro).

No entanto, os procedimentos de coletas de dados realizados, que são apresentados na próxima seção, criaram um extenso *corpus* de dados que necessitaram de um recorte para viabilizar a análise. Assim, optou-se por realizar esse recorte após a entrevista em grupo que foi realizada no encontro subsequente à aplicação do quarto episódio de ensino, o que ainda constituiu uma robusta quantidade de informações para análise, que exigiu um novo recorte durante as transcrições. Optou-se por realizar a transcrição de diálogos que foram utilizados para a definição dos achados relativos à aplicação da intervenção, os quais serão apresentados na terceira seção do próximo capítulo.

4.1.2.5 Coleta de Dados.

Conforme apontam Molina, Castro e Castro (2007), para conseguir dados precisos, a coleta de dados em um experimento de ensino é exaustiva, pois é preciso coletar informações detalhadas sobre todos os acontecimentos dos episódios de ensino. Segundo esses autores, “[...] São recomendados vários métodos de coleta de dados (incluindo gravações de vídeo e notas registradas) [...]” (MOLINA; CASTRO, CASTRO, 2007, p.5).

Sendo assim, este estudo utilizou como métodos de coleta de dados: gravação em vídeo de todos os encontros da intervenção pedagógica, observação livre durante a execução dos episódios de ensino, questionário semiestruturado autoaplicável no início e no término da intervenção e que foi elaborado de acordo com os objetivos desse trabalho (SEVERINO, 2016) e entrevista em grupo realizada após a aplicação dos quatro episódios de ensino.

Optou-se pela gravação de vídeo, pois de acordo com Flick (2009),

Uma análise de vídeo amplia, em vários sentidos, as capacidades de outras abordagens. Em comparação com a gravação de áudio, elas incluem as partes não verbais da interação. Em comparação com a entrevista, permitem o registro das ações, enquanto estas são produzidas, em vez de relatos destas ações feitos a partir de um ponto de vista retrospectivo. Além da observação, permitem a captura de uma maior quantidade de aspectos e de detalhes do que aqueles apreendidos por observadores participantes em suas notas de campo. A gravação em vídeo permite a observação repetida de situações transitórias. [...] (FLICK, 2009, p. 228).

A opção pela utilização de questionários semiestruturados se deu em virtude da aplicação deles economizarem tempo, pois alcançam todos os alunos da eletiva

simultaneamente, não há influência do entrevistador nas respostas, e por proporcionar maior liberdade nas respostas (MARCONI; LAKATOS, 2010). O questionário inicial, conforme citado, foi estruturado para realizar a caracterização socioeconômica dos sujeitos da pesquisa e a explicitar a relação deles com a escola. O questionário final buscou coletar a opinião dos alunos, acerca das aulas de robótica ministradas, para posteriormente serem analisadas na tentativa de identificar sentidos atribuídos pelos alunos às aulas de robótica.

A escolha pela entrevista em grupo justificou-se no fato de que, neste tipo de entrevista, todos, entrevistador e entrevistados podem “[...] ocupar a posição do entrevistador, interrompendo, intervindo, completando a resposta dos demais entrevistados, comentando e expondo sua opinião [...]” (FERNANDES, 2014, p. 195), constituindo um ambiente onde, conforme indicam Araújo e Mafra (2015), todos passam a serem participantes ativos na construção dos conhecimentos.

Para realizar a entrevista em grupo foi elaborado um roteiro de acordo com o roteiro elaborado por Fernandes (2014) que, por sua vez, criou o roteiro inspirado em uma proposta de Daher (1998). Por esse motivo a estruturação da entrevista:

[...] se deu a partir da constituição de blocos temáticos, onde se apresentam objetivos, questionamentos, conjecturas, os quais dão origem a perguntas específicas. Os objetivos aqui descritos não são aqueles estabelecidos para a pesquisa, mas os que nos levaram a formular as perguntas de cada bloco. [...] (FERNANDES, 2014, p. 195).

Diante dessas considerações, o roteiro utilizado na entrevista em grupo é o roteiro apresentado no Apêndice E. É importante ratificar que os objetivos contidos no roteiro são os objetivos de cada um dos três blocos da entrevista e não os objetivos da pesquisa.

Os dados coletados com estes instrumentos serão analisados, considerando os dois elementos de avaliação de uma intervenção pedagógica: os “[...] achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita [...]” (DAMIANI et al., 2013, p.62). Enquanto esse analisa as mudanças observadas nos sujeitos da pesquisa, aquele investiga as características da intervenção que provocaram os efeitos percebidos nos sujeitos (DAMIANI et al., 2013).

As informações coletadas com os instrumentos de coleta serão trianguladas, para que se consiga “[...] abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do foco em estudo [...]” (TRIVIÑOS, 1987, p.138). A triangulação, conforme indica Flick (2009), é a combinação entre diversos métodos de coleta de dados qualitativos e quantitativos.

Ao combinar diversos métodos, dando-lhes a mesma relevância, a triangulação supera as limitações de um único método (FLICK, 2009, p. 32).

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados serão apresentados e analisados, a partir da caracterização da população da pesquisa pelas questões de ordem sócio-demográficas presentes no questionário inicial. Na sequência, será descrita a realização da capacitação e da utilização dos episódios de ensino. Depois as mudanças observadas nos sujeitos da pesquisa serão apresentadas e analisadas à luz da Teoria da Atividade de Leontiev e, por fim, serão apresentadas e analisadas as características da intervenção, responsáveis pelos efeitos percebidos nos sujeitos da pesquisa (DAMIANI, 2013).

5.1 Caracterização da população da pesquisa

Por ser uma pesquisa que foi desenvolvida na perspectiva sócio-histórica da TA, na qual a relação do sujeito com o mundo exterior onde ele está inserido, é fundamental para a formação da consciência, consideramos indispensável descrever, mesmo que de forma geral, a realidade à qual estão submetidos os sujeitos dessa pesquisa.

A população da pesquisa foi constituída por vinte e cinco alunos do ensino médio de uma escola de tempo integral. Destes, dezoito (72%) participaram em mais de 75% dos encontros e sete (28%) desistiram. Eles eram, em sua maioria, do sexo masculino (92%), concluintes do ensino fundamental II em escola conveniada (47,8%) ou pública (39,1%). Todos tinham idade igual ou inferior a 18 anos e, até o momento da pesquisa, apenas dois alunos tinham reprovação no histórico escolar; um deles, no oitavo ano do ensino fundamental II e o outro, no primeiro ano do ensino médio.

No que diz respeito à causa das sete desistências, duas delas foram por causa de transferência¹⁴, os alunos não se adaptaram à rotina da escola de tempo integral e mudaram de escola. Quatro alunos justificaram ser por motivo de amizade e um relatou que saiu, porque não gostou da eletiva como é possível conferir na transcrição da fala de três deles.

AD-1¹⁵: *Não gostei da galera do meu grupo, daí saí, fui pra uma eletiva onde tem amigo meu.*

AD-2: *Meus amigos não foram sorteados para participar, aí eu troquei por isso.*

¹⁴ Os alunos frequentaram só o segundo encontro da eletiva e não entregaram o questionário inicial respondido. Eles aparecem no texto a título de informação e não serão incluídos como população na análise quantitativa.

¹⁵ Aluno Desistente

AD-3: *Eu saí, porque não queria fazer uma eletiva que tinha que fazer conta, daí eu fui para eletiva do outro professor que era de filme.*

Uma característica comum nos alunos desistentes chamou a atenção: todos estavam matriculados no primeiro ano do ensino médio. No entanto, é importante destacar que é permitido, e em razão disso é normal os alunos trocarem de eletiva no decorrer do primeiro mês das aulas, pois esse período é considerado como um período de adaptação. Assim da mesma forma que saíram sete, outros cinco entraram para constituir a população da pesquisa com 18 sujeitos que foram identificados como alunos nesse trabalho.

Esses alunos, em sua maioria, se declararam pardos (43,5%) e brancos (39,1%). Predominantemente eles moravam com o pai e a mãe (65,2%) em casa própria (65,2%), localizada em bairros humildes da cidade (56,5%), e tinham renda mensal na família inferior a cinco salários mínimos (69,6%).

Os resultados de uma investigação sobre a escolaridade das pessoas que moravam com o aluno indicaram que, aparentemente, eles vêm de uma realidade de baixa escolarização, pois a predominância é de pessoas que estudaram no máximo até a conclusão do ensino médio (73,9%). Deste universo, mais da metade (52,9%) não chegou nem a cursar o ensino médio. Talvez essa seja uma justificativa para o baixo número de alunos que tiveram a participação dos pais na escolha da escola (30,4%). Em contrapartida, chama a atenção o fato de que a maioria dos alunos (83,2%) foram os responsáveis pela escolha de estudar nessa escola, como pode ser observado na tabela 02:

Tabela 2 - Responsável pela escolha da escola e motivos dessa escolha

Variável	n	%
Responsável pela escolha da escola		
Próprio aluno	14	60,9
Os pais	5	21,7
Escolha compartilhada	2	8,7
Outro	2	8,7
Total	23	100,0
Razões para a escolha da escola		
Formação de melhor qualidade	13	47,8
Característica da escola (tempo integral)	6	26,1
Não entrar no ensino tecnológico	2	4,3

Não encontrar vaga em outra escola	1	8,7
Outro motivo	2	13,1
Total	23	100,0

Elaborado pelo autor

A tabela também traz a informação de que o fator preponderante na escolha da escola foi a qualidade do ensino. Considerando-se que os alunos estavam envolvidos na escolha da escola em dezesseis casos e que, dentre eles, nove indicaram escolher a escola em razão da qualidade de ensino, havia indícios de que a maioria desses alunos (56,2%) se preocupava com a sua formação. Também foi possível verificar que, na maioria dos casos (57,1%) em que os pais estiveram envolvidos na escolha da escola, a qualidade do ensino prevaleceu como uma justificativa.

Associando as informações da tabela 2 com os dados sócio-demográficos levantados, observou-se que, na maioria dos casos, ao menos um dos pais que participaram da escolha da escola do filho, tiveram acesso ao ensino superior (57,1%), o que representa a maioria (57,6%) no universo dos pais com acesso ao ensino superior. Em contrapartida, apenas 17,6% dos pais que não tiveram acesso ao ensino superior, estiveram envolvidos nessa escolha, assim, os dados coletados, mostram indícios de que, na população dessa pesquisa, o nível de instrução possa ter influência na participação dos pais na vida escolar dos filhos.

Fatores que estão relacionados com uma formação de qualidade também aparecem como sendo razões para gostar da escola, eles são citados trinta e oito vezes em sessenta e nove possíveis (tabela 3). Em contrapartida, a organização pedagógica é a característica da escola que mais causa descontentamento nos alunos, ela é citada dezoito vezes das sessenta e nove possíveis.

Tabela 3 - Motivos para gostar ou não gostar da escola

Variável	n	%
Razão para gostar da escola		
Aprendizado e preparação para a faculdade	7	10,8
Interação social	12	18,5
Corpo docente	12	18,5
Aulas	8	12,3
Atividades diferentes	11	16,9
Comida	8	12,3

Outros	7	10,8
Total	65	100,0
Razão para não gostar da escola		
Estrutura Física	11	18,6
Organização pedagógica	18	30,5
Algum colega ou comportamento	12	20,3
Professores	4	6,8
Aulas	4	6,8
Lanche ou filas para o lance	7	11,9
Outro	3	5,1
Total	59	100,0

Elaborado pelo autor

É relevante destacar que os dados que compõem essa tabela foram coletados com duas questões abertas, nas quais os alunos poderiam fazer até três indicações em cada uma delas. O que justifica a possibilidade de sessenta e nove indicações para cada uma das questões. Como as questões eram abertas, as indicações foram categorizadas, considerando temas mais gerais aos quais as respostas estavam relacionadas. Assim, por exemplo, os relatos que afirmavam gostar das disciplinas eletivas foram categorizados em atividades diferentes, pois somente a escola de tempo integral tem essas aulas. Da mesma forma, os relatos sobre não gostar de ficar o dia todo na escola, por exemplo, foram agrupados na categoria organização pedagógica.

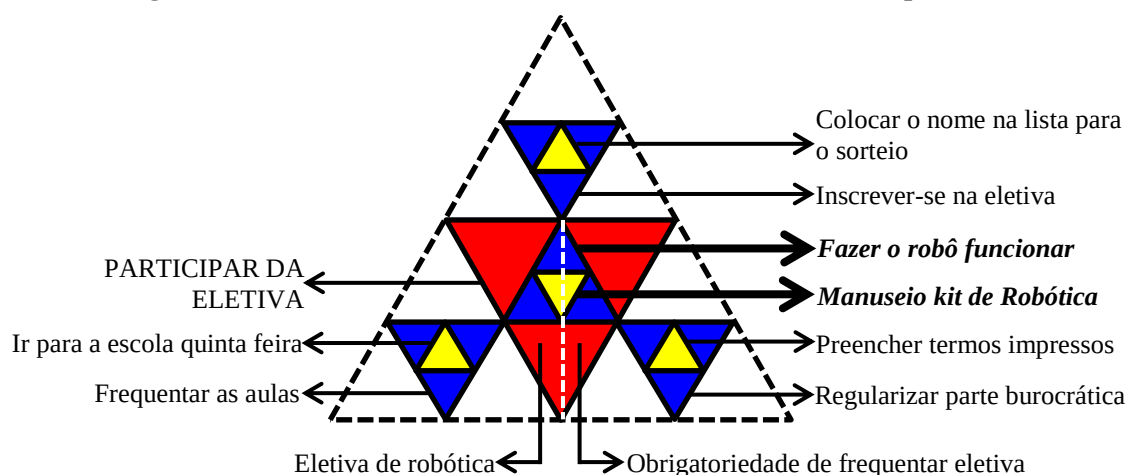
A afinidade dos alunos com disciplinas do núcleo básico comum da matriz curricular também foi apurada. A maioria dos alunos (66,7%) manifestou não ter afinidade com alguma disciplina de ciências exatas. Dentre esses, 20% relataram não ter afinidade com Física e 80% afirmaram não ter afinidade com Matemática. No entanto, todos os alunos alegaram ter como expectativa na disciplina o aprendizado sobre a robótica. O primeiro fenômeno chama a atenção, pois durante a apresentação da disciplina eletiva, foi destacado que os conceitos de Matemática e Física seriam aplicados à robótica. No entanto, mesmo não tendo afinidade com alguma dessas disciplinas, os alunos ainda se inscreveram para a eletiva, o que trouxe como uma consequência imediata a desistência de um aluno, como citado anteriormente.

A unanimidade na expectativa de aprender robótica, ao participar da eletiva, caracteriza um fato que ao ser analisado à luz da TA, revela certa relevância na análise dos sentidos atribuídos pelos alunos às aulas de robótica. O evento revela que “aprender sobre

robótica”, é o fato que está no campo de sua consciência no início da participação na eletiva e que, a princípio, será o conteúdo que o aluno tomará consciência. Essa possibilidade pode ser justificada no fato de que, de acordo com a TA, o sujeito toma consciência daquilo que está no campo de sua consciência, aquilo que lhe prende a atenção, o que é o objetivo imediato de sua ação (LEONTIEV, 1978a).

Assim, considerando que a obrigatoriedade de participar de uma eletiva se configure como uma necessidade para o aluno, então a eletiva de robótica foi o objeto que fez com que a necessidade fosse objetivada, constituindo então o motivo de uma atividade. Dentro dessa atividade, o fazer o robô funcionar se configurou como o objetivo direto da ação de manipulação dos robôs. Nesse caso, o objetivo se concretizaria com o manuseio do kit LEGO Mindstorms® e os computadores (condições). Configurando, assim, uma atividade com a estrutura representada no diagrama apresentado na figura 10.

Figura 10 – Estrutura de uma atividade dos alunos antes da capacitação.



Elaborado pelo autor

O diagrama representa a atividade supracitada com quatro ações. A ação com o objetivo considerado como o objeto do campo da consciência do aluno ocupa a posição central no diagrama apresentado e tem seu objetivo e as condições da operação que concretiza o objetivo destacados.

Observa-se que, no diagrama, o motivo da atividade aparece como sendo participar da eletiva. Embora seja possível identificar um motivo em comum e, conseqüentemente, uma atividade comum, entre os indivíduos, o sentido pessoal atribuído por eles ao motivo não coincide, pois, conforme aponta a análise dos dados, o sentido atribuído pode ser a escolha da profissão. Ou ainda em razão do aluno ser um *geek*, o sentido atribuído por ele à eletiva é satisfazer sua curiosidade sobre tecnologia.

Essas proposições fundamentam-se no trabalho de Leontiev (1978a, 1978b) o qual considera que uma única ação pode atender a várias atividades, assim como uma ação pode ser executada por diversas operações, possibilitando que uma atividade que possui ações e operações semelhantes tenha motivações distintas.

Desse modo, a estrutura da atividade da figura acima foi definida como sendo o ponto de partida na análise dos sentidos atribuídos pelos alunos às aulas de robótica. Análise essa que será realizada na seção 5.3, antes disso, a seção 5.2 apresenta a descrição das atividades de campo da pesquisa.

5.2 Descrição das atividades referentes à aplicação da pesquisa em sala de aula

A primeira montagem do Rover e a capacitação dos alunos para utilizarem o *software* de programação foram realizadas, respectivamente, no segundo, terceiro e quarto encontros da disciplina eletiva. No quinto encontro, após todos os alunos terem finalizado a montagem do Rover proposto pelo manual que acompanha o *kit* de robótica, foi aplicado o episódio de ensino “No Limite” que aborda as relações métricas da circunferência e, a partir de então, sucessivamente, os episódios de ensino Velocidade Controlada, Cabo de Guerra e por último, Corrida de Arrancadas.

A princípio, foi programada a aplicação de um episódio de ensino a cada encontro. No entanto, a execução nos mostrou a necessidade de adequações, pois o tempo foi insuficiente, para concluir a aplicação do experimento de ensino nos cem minutos de duração do encontro.

As seções seguintes descrevem como transcorreu a execução das atividades referentes à aplicação da pesquisa em sala de aula, apresentando dados que auxiliaram na interpretação da estrutura de atividades dos alunos participantes da eletiva. No entanto, antes de começar a descrição das ocorrências dos encontros, considera-se importante descrever a estrutura física disponibilizada pela escola pública de tempo integral para a realização da disciplina.

Para a realização da eletiva a escola disponibilizou uma sala, fato que não aconteceu na modelagem dos experimentos de ensino, quando por falta de espaço físico disponível na escola, as aulas tiveram que ser realizadas em duas mesas de reuniões na sala onde estava instalada uma espremida biblioteca (figura 11). Condição que acabou criando dificuldades para o desenvolvimento da modelagem, pois às vezes o espaço precisava ser dividido com alunos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), que realizavam reuniões no mesmo espaço para planejar atividades que seriam desenvolvidas na escola.

Consequentemente, o espaço não era muito adequado para a aula, pois era comum a entrada e saída de pessoas e a permanência de pessoas conversando no espaço.

Figura 11 – Espaço utilizado na modelagem dos experimentos de ensino.



Fonte: Acervo do autor

A sala de aula disponibilizada para a realização da eletiva era construída em uma estrutura modular semelhante à da figura 12. Ela estava mobiliada com carteiras e cadeiras estudantis, era climatizada por três aparelhos de ar condicionado de 9000 Btu's, possuía quarenta e cinco metros quadrados de área, com iluminação adequada e boa acústica configurando, assim, um ambiente confortável para os dezoito alunos que participaram da eletiva e o professor.

Figura 12 – Sala de aula modular semelhante à disponibilizada para a eletiva de robótica.



Fonte: <http://www.grupocesar.com.br/modular/educacional/>

Embora o espaço seja semelhante, o mobiliário da sala utilizada não era o mesmo. Como citado anteriormente, o mobiliário era composto por mesas e cadeira individuais já desgastadas pelo uso, que eram organizadas em filas, assim, antes de todo encontro, era necessário organizar a sala para a aula de robótica. Juntavam-se vinte mesas, formando algo semelhante a duas bancadas e encostavam-se as demais na lateral da sala, para que os alunos tivessem espaço para se movimentar e testar os Rovers durante a aula. Esse espaço foi a colaboração concreta da escola para a realização da eletiva. Desse modo, todo o equipamento necessário para as aulas, computadores, *kits* LEGO Mindstorms®, projetor multimídia ficaram sob responsabilidade do pesquisador.

Os computadores utilizados, durante as aulas, foram gentilmente emprestados pelo Núcleo de Estudo em Gestão, Educação e Cuidado em Saúde (NEGECS) da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí. Por esse motivo, toda manhã, antes do início da aula, era preciso transportar os computadores até a escola e montá-los sobre as bancadas construídas com as mesas estudantis antes do horário de início da aula. O processo de organização de mesas e montagem de computadores exigia que o professor chegasse trinta minutos antes do início da aula, para que, quando os alunos chegassem, estivesse tudo funcionando. Ao término da aula, era necessário repetir o processo de antes da aula, porém agora em ordem inversa.

Como havia quatro *kits* LEGO Mindstorms® para serem utilizados na eletiva, era necessário no mínimo a mesma quantidade de computadores, para que os grupos pudessem programar simultaneamente e não prejudicar a dinâmica da aula. Como o núcleo de pesquisa só pôde emprestar dois computadores, então foi preciso utilizar o *software* multiterminal Aster Pro®¹⁶, para que a partir das duas CPU's disponíveis, fosse possível criar outras duas áreas de trabalho.

No entanto, o procedimento apresentou uma limitação, apenas uma área de trabalho identificava as conexões USB, assim não era possível enviar a programação de um dos grupos para o robô executar. A limitação técnica foi contornada com a utilização de dois dispositivos *Bluetooth*®, que realizaram com sucesso a comunicação entre as duas áreas de trabalho e o robô, possibilitando a realização da eletiva com apenas duas CPU's físicas. Da mesma forma que os computadores, os *kits* de robótica não eram de propriedade da escola, eles pertencem ao pesquisador e foram adquiridos para a realização da pesquisa com o recurso oriundo da bolsa de formação concedida ao pesquisador pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

¹⁶ ASTER é um programa da empresa Ibik Ltda que permite criar duas ou mais áreas de trabalho independentes a partir de uma CPU.

Assim como os *kits* de robótica, o projetor multimídia, a caixa de som e as extensões utilizadas eram de propriedade do pesquisador, que também custeou artigos de papelaria, trenas e cronômetros utilizados durante a eletiva. Desta forma, o esforço do pesquisador e o apoio da FAPEG foram decisivos para a concretização desta pesquisa.

Agora que a realidade na qual a pesquisa se desenvolveu foi apresentada e o leitor conhece as dificuldades enfrentadas pelo pesquisador para efetivar as aulas de robótica toda quinta-feira, por um período de seis meses, passemos a descrição da capacitação e dos episódios de ensino.

5.2.1 Descrição da montagem do primeiro Rover e da capacitação sobre a sua programação.

No encontro em que foi iniciada a primeira construção de um Rover, estavam presentes dezesseis alunos que, a partir de uma divisão prévia realizada pelo pesquisador, formaram quatro grupos. Porém, como não estavam presentes todos os vinte alunos selecionados para a eletiva, e os alunos tinham grupos fixos, um dos grupos ficou com dois alunos e em função disso, demorou mais para conseguir terminar a montagem do protótipo.

Assim que foram distribuídas as caixas contendo os *kits*, os alunos não aguardaram a orientações do professor, abrindo-as e começando a manipular as peças, tentando montar alguma coisa. O professor precisou pedir para que os alunos prestassem atenção para mostrar o manual de montagem do Rover.

Os integrantes dos grupos, seguindo a orientação do professor, delegaram funções entre eles e inicialmente todos os alunos se envolveram com a montagem dos robôs. Com a montagem já em curso, o 17º aluno chegou e se juntou ao grupo que tinham apenas dois elementos. Os alunos permaneceram com sua atenção voltada à montagem do Rover por cerca de quarenta e cinco minutos até que terminasse o encontro. Então, atendendo pedido do professor, eles armazenaram a parte do robô que já estava montada em uma caixa para transporte e guardaram as demais peças nas caixas do *kit*, finalizando assim o encontro.

No encontro seguinte, os alunos foram chegando aos poucos, no horário marcado para início do encontro (7:30), havia sete alunos na sala. Mesmo assim, as atividades foram retomadas com a devolução das montagens, iniciadas na aula anterior, para que os alunos as terminassem. Os demais foram chegando durante os 10 primeiros minutos de aula e, assim, nesse encontro estavam presentes dezoito alunos.

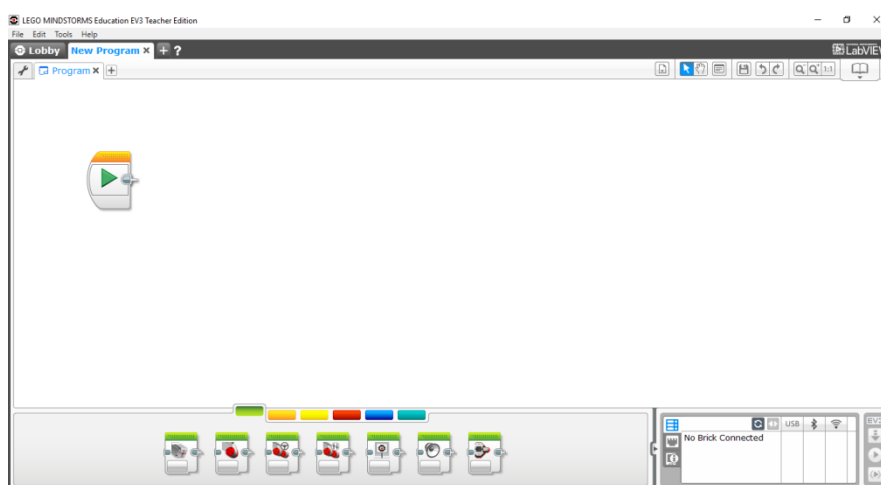
Os grupos não finalizaram as montagens ao mesmo tempo, o intervalo de tempo entre o primeiro grupo a terminar e o último foi grande, cerca de trinta minutos, o que gerou ociosidade nos alunos e o ambiente ficou um pouco mais agitado. Os alunos dos grupos que haviam encerrado a montagem começaram a jogar no computador, então foi preciso intervenção do professor que auxiliou o último grupo a finalizar a sua montagem para começar a explicação sobre o funcionamento do *software* de programação.

Esse foi o primeiro encontro, em que os computadores foram utilizados e logo de início já foram encontradas dificuldades técnicas. Uma das áreas de trabalho não estava reconhecendo o mouse, depois de algumas tentativas para fazê-lo funcionar frustradas, ele foi substituído pelo mouse sem fio do professor, solucionando a limitação técnica.

Por ser o terceiro encontro e dois dos vinte alunos selecionados ainda não terem comparecido às aulas, foi preciso retirá-los da disciplina e reorganizar os grupos, para que todos ficassem com quatro ou cinco alunos. Essa reorganização gerou insatisfação do AD1 que mudou de eletiva, porque o desejo dele de mudar de grupo não pôde ser atendido. Assim, atendendo a um pedido da coordenação pedagógica da escola para ofertar a disciplina para vinte alunos, foram disponibilizadas três vagas para o próximo encontro.

Com o término do processo de montagem, foi iniciada a capacitação dos alunos para a programação dos Rovers, utilizando o *software* LabVIEW¹⁷ (figura 13). O programa permite a programação das funções do robô, utilizando um sistema de blocos lógicos, o que facilita bastante o processo de programação, permitindo que ele seja aprendido com facilidade por quem não tem conhecimentos em programação.

Figura 13 – Ecrã de programação do *software* de programação LEGO Mindstorms EV3



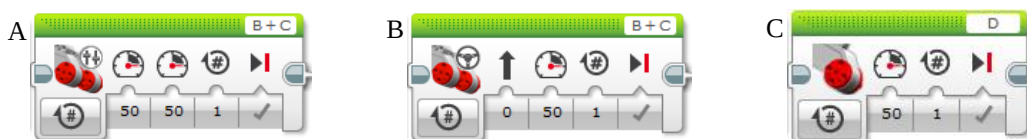
Elaborado pelo autor

¹⁷ Optou-se por não detalhar a orientação sobre a programação no corpo do texto, pois não é esse o foco do trabalho. No entanto, há um detalhamento disponível no produto desenvolvido no mestrado hospedado no site.

Durante a explicação do funcionamento do programa, os alunos prestaram atenção em silêncio, e foram tentando reproduzir no seu computador o que era feito pelo professor no programa projetado na parede frontal da sala. O professor adotou a estratégia de ir ensinando em etapas, então ele mostrava o funcionamento de um bloco e deixava os alunos experimentarem o efeito na prática, colocando o Rover para executar a programação realizada para depois explicar o funcionamento de outro bloco de informação.

Optou-se por mostrar inicialmente apenas como é realizada a programação, utilizando os blocos, ‘mudar direção’, ‘mover tanque’ e ‘motor grande’ (figuras 14 A, B e C respectivamente) que comandam o funcionamento dos motores do protótipo. Sendo deixada para o momento da utilização a orientação sobre o uso dos blocos de programação dos sensores.

Figura 14 – Blocos de Programação dos motores



Elaborado pelo autor

Um grupo teve dificuldade em fazer o Rover obedecer aos comandos, porque, no momento da montagem, conectaram os motores nas conexões destinadas aos sensores. Com a intervenção do professor, conseguiram descobrir onde estava o erro e corrigi-lo a tempo de conseguir fazer o robô se movimentar antes do encerramento do encontro.

O início do encontro seguinte ocorreu com um atraso de dez minutos em razão da quantidade de alunos presentes e, mesmo assim, iniciou-se com catorze alunos. Outros quatro chegaram durante os dez primeiros minutos da aula. Nesse encontro, os alunos foram instruídos a utilizar uma ferramenta do *software* LEGO chamada de robô educador, um tutorial que ensina programar os blocos que comandam os motores, o sensor de luz, o sensor giroscópio e o sensor ultrassônico. São nove propostas de execução que inicialmente mostram como utilizar um bloco de programação e, em sequência, propõe um desafio para o aluno cumprir, programando o bloco em questão.

Os alunos tiveram autonomia para escolher quais propostas queriam executar e, a princípio, todos os alunos se envolveram com a proposta. Houve interação entre todos os elementos de cada grupo, eles conversavam, principalmente, sobre a lógica que a programação deveria seguir. Normalmente um aluno demonstrava para os demais

componentes do grupo o movimento desejado para o Rover, executando-o manualmente para que os colegas compreendessem a proposta e, assim, auxiliassem na execução.

Foi possível verificar interação entre os alunos do grupo durante quase todo o período do encontro. Apenas nos trinta minutos finais, houve desinteresse dos alunos integrantes dos grupos que optaram por realizar as propostas mais avançadas e, após concluí-las, perderam o interesse nas mais simples, haja vista que elas propunham movimento que eles já haviam realizado. No entanto, a maioria dos alunos ficou envolvida com a proposta até o encerramento do encontro e sempre que encontravam dificuldades, pediam a intervenção do professor para ajudar a resolver o problema que, normalmente, estava na programação.

Com o término do encontro, foi encerrada a fase em que os alunos foram capacitados para manipular a tecnologia e, a partir do próximo encontro, foram aplicados os episódios de ensino desenvolvidos para a eletiva. A descrição de como ocorreu a aplicação dos episódios é o objeto da próxima seção.

5.2.2 Descrição da execução dos episódios de ensino.

Todos os episódios de ensino realizados seguiram a mesma dinâmica. Iniciavam com a apresentação de um vídeo introdutório para contextualização da proposta do dia. Baseado no tema do vídeo, o professor propunha aos alunos um desafio que, para ser cumprido, exigiria a aplicação de um conceito de física e/ou matemática. Os alunos tentavam resolver o desafio e, após meia hora de tratativas, o professor intervinha, apresentava o conceito físico que deveria ser aplicado para os alunos cumprirem o desafio e auxiliava os alunos nas dúvidas que iam surgindo enquanto tentavam resolver o problema, utilizando o conceito apresentado. Na parte final do episódio, era proposto outro desafio o qual os alunos deveriam aplicar o conceito para resolver, sem ajuda do professor, um desafio diferente¹⁸.

Os episódios de ensino foram planejados para um encontro com cem minutos de duração, contando o tempo gasto na montagem do Rover. No entanto, como citado acima, os alunos demoraram muito tempo para realizar a montagem do modelo proposto no manual que acompanha o *kit*. Esse fato inviabiliza a execução do episódio de ensino no tempo de cem minutos programado para a aula, pois só com a montagem seria gasto 60% do tempo disponível.

¹⁸ No corpo do texto serão feitas referências aos procedimentos adotados no episódio de ensino de forma mais superficial, com o intuito de apresentar o contexto das falas transcritas. Caso deseje saber detalhes sobre um episódio de ensino, no produto do mestrado, os procedimentos do episódio de ensino são descritos detalhadamente.

No caso da pesquisa, essa situação não chegou a ser um problema, porque como os *kits* estavam sendo utilizados apenas com os alunos da eletiva, era possível guardá-los montados até a próxima aula. Desse modo, foi utilizado o mesmo Rover em todos os encontros, para que os episódios de ensino fossem concluídos no tempo disponível para um encontro.

A solução encontrada para superar essa limitação, e disponibilizada no produto do mestrado, é a utilização de outro modelo de Rover que foi “garimpado” na internet. Ele tem montagem mais simples, e por isso o tempo gasto com ela é curto. Assim, embora não tenha sido possível reaplicar um episódio de ensino, utilizando o modelo, acredita-se ser possível executar o episódio de ensino com a montagem do Rover no tempo de duas aulas (cem minutos).

Assim, como o modelo proposto no manual que acompanha o *kit* foi montado pelos alunos no início da capacitação e não foram desmontados, nos episódios de ensino descritos a seguir, ele foi o Rover utilizado.

5.2.2.1 Descrição do episódio de ensino “No limite”.

O encontro, no qual foi desenvolvido esse episódio de ensino, teve início com a presença de treze alunos e, no decorrer dos primeiros dez minutos da aula, outros três chegaram, totalizando dezesseis alunos que estavam divididos em um grupo de cinco alunos, dois grupos com quatro alunos e um grupo com três alunos.

A proposta teve início com a apresentação de um vídeo sobre o jogo de bocha que foi utilizado para apresentar o desafio inicial da aula, fazer o Rover parar em cima de uma linha feita no chão com fita adesiva branca. A escolha do jogo de bocha como conteúdo do vídeo introdutório da aula justifica-se no fato de que no jogo, marca ponto quem posiciona a bola lançada mais próxima de uma bola menor chamada de “bolim”, processo com intuito semelhante ao que foi solicitado aos alunos.

Todos os alunos dos grupos envolveram-se na atividade, tentando cumprir a proposta o mais rápido possível. Como o Rover já estava construído, eles concentraram sua atenção no computador e tentaram pensar em como deveria ser a programação.

Abaixo é reproduzido um trecho das conversas entre os alunos do grupo que estava no primeiro plano da câmera, enquanto eles tentavam cumprir o desafio:

A1¹⁹: *“Eu acho que se a gente utilizar o bloco de mover pra frente, vai dar certo”.*

A2: *“Mas tem que saber o quanto ele tem que andar, não adianta ele só andar pra frente, tem que parar em cima da fita”.*

A3: *“Professor, quantos metros tem que andar até parar em cima da linha?”.*

Professor: *“As marcas de saída e de chegada estão aí no chão, é só medir que vocês descobrem o valor”.*

A2: *“Como nós vamos medir?”.*

Professor: *“Tem trenas na caixa amarela, pode pegar lá”.*

Depois de realizar a medida e encontrar oitenta e cinco centímetros, os alunos retomam o planejamento:

A1: *“A gente vai ter que usar esse valor aqui no programa?”.*

A3: *“Vai ter que colocar aonde aí?”.*

A1: *“Lembrei! É aqui oh, clica aqui no canto, que aparece para escolher”.*

A2: *“Mas aí não tem distância, é só tempo e volta, não é aí”.*

A1: *“Professor!!! Aonde coloca o valor que nós medimos aqui no programa?”.*

Professor: *“Você não coloca essa medida aí no programa, esse é o desafio, descobrir como fazer para o robô andar exatamente a distância que vocês mediram e parar em cima da fita”.*

O professor se afasta e os três alunos se olham aparentando não saber o que fazer.

Os alunos de outro grupo tentaram realizar o desafio pelo método de tentativa e erro, eles alteravam o valor da programação e verificavam a distância percorrida, se o valor era menor do que os oitenta e cinco centímetros do desafio, eles aumentavam o valor relacionado à potência do motor e repetiam o processo. A cada tentativa, eles torciam muito para dar certo e reagiam ao resultado com um uníssonos “uuuh”, este comportamento chamou a atenção dos outros grupos e então um aluno do grupo que está no primeiro plano da câmera fala para os colegas:

A2: *“Já sei! Nossa como eu não pensei nisso antes!”.*

A3: *“O que você pensou?”.*

A2: *“A gente coloca o motor para rodar um tempo e mede a distância que ele andou, aí a gente faz regra de três e descobre quanto tempo tem que por no programa pra ele parar em cima da fita. Eu sou um gênio!”.*

¹⁹ A descaracterização dos sujeitos foi realizada, identificado o aluno por uma letra de A até D, que representa grupo ao qual ele pertence e por um número do 1 ao 5 que representa o participante do grupo. A atribuição da codificação foi acontecendo à medida que alguma fala do sujeito aparece na transcrição da conversa. Após receber a codificação, o sujeito foi tratado pelo mesmo código até o fim da transcrição dos episódios de ensino.

Os alunos vão ao computador e realizam os procedimentos planejados. Porém, por um erro de aproximação no resultado do cálculo, os alunos não tiveram êxito na primeira tentativa.

A3: *“Porque que não deu certo”*.

A2: *“Nós fizemos algum trem errado”*.

A3: *“Digitou o valor correto no programa?”*.

A1: *“Claro que sim. A conta tá certa?”*.

A3: *“Vamos fazer de novo”*.

Depois de refazer os cálculos, encontraram o erro, corrigiram a programação e conseguiram fazer o Rover parar sobre a linha, motivo de muita alegria e comemoração entre eles.

Os alunos dos outros grupos ficaram curiosos para saber como eles conseguiram cumprir o desafio e foram olhar como ficou a programação deles. Em alguns minutos, os outros três grupos também cumpriram o desafio.

Após o último grupo cumprir o desafio, o professor propôs a socialização sobre o procedimento que cada grupo havia adotado para cumprir o desafio. Como esperado, os alunos dos três grupos que copiaram a programação da montagem, não sabiam explicar por que o robô parou sobre a linha. Então foi pedido ao grupo que conseguiu resolver o problema, que explicassem o procedimento realizado por eles. E, a partir daí, o professor explicou as relações métricas da circunferência e propôs um novo desafio. Fazer o Rover girar 180° sobre seu eixo.

Enquanto o professor explicava os conceitos teóricos, havia dez alunos prestando atenção nele, os demais estavam dispersos, manipulando o robô ou mexendo no computador. E logo após a apresentação do desafio, eles já começaram as tentativas de resolução.

Inicialmente, eles não compreenderam bem a proposta e estavam tentando programar o Rover para andar em círculo, e não girar sem sair do lugar. Deste modo, foi necessário demonstrar o experimento solicitado, para que eles entendessem como deveria ser o movimento executado pelo Rover.

O primeiro grupo a resolver o desafio realizou o movimento pedido com a mão, verificou quanto que a roda do Rover que estava girando, fazendo o robô rotacionar no seu eixo, andou e usou o valor no bloco. Porém, como não conseguiram determinar exatamente o tanto que a roda girou, o grupo colocou um valor estimado e foi ajustando a programação com testes até conseguir um resultado satisfatório. Os demais grupos, ou por iniciativa própria ou por imitação, também adotaram o mesmo procedimento para resolver o desafio.

Para finalizar esse episódio de ensino, foi apresentada outra proposta. Os alunos deveriam fazer o Rover dar uma volta completa em uma caixa retangular. Para isso era preciso utilizar o que foi aprendido nas duas atividades anteriores. A princípio, os alunos aparentaram não saber direito o que fazer. Ficaram conversando entre eles, analisando possibilidades de programação. Então, em razão do tempo do encontro estar se encerrando, o professor interveio, orientando-os sobre a necessidade de repetir o que haviam feito nos dois desafios propostos até aquele momento, considerando o tamanho da caixa para conseguir cumprir a missão.

Com a orientação, três grupos conseguiram programar o robô e fizeram-no dar a volta completa na caixa, o quarto grupo teve dificuldades. Eles estavam utilizando o processo de tentativa e erro para saber o quanto que a roda precisaria rodar para fazer o Rover girar 90° e contornar o lado da caixa. Ao se aproximar e perceber, o professor questiona:

Professor: *“Por que vocês estão fazendo isso?”*.

B1: *“Para descobrir quantas voltas a roda tem que dar para ele girar 90° e contornar o canto da caixa”*.

Professor: *“Mas vocês já não fizeram isso para 180°?”*.

B2: *“Então professor, agora é 90°, não 180°!”*.

Professor: *“Tá, mas mesmo assim, se você já sabe a quantidade de voltas para o robô girar 180°, vai precisar repetir o processo para 90°?”*.

B2: *“Uai! Não precisa fazer não?”*.

B3: *“Como assim professor”*.

Professor: *“Para e pensa, se você sabe quanto tem que girar para ter 180°, agora ele tem que girar 90°, que é a metade de 180°, precisa fazer isso aí para descobrir quanto ela vai ter que girar?”*.

B2: *“A metade professor?”*.

Professor: *“Sim a metade, se ele vai girar só a metade, a roda vai andar a metade”*.

B4: *“Tá vendo, eu falei pra vocês que dava pra resolver por regra de três!”*.

Após a intervenção do professor, o grupo conseguiu fazer o Rover contornar a caixa, enquanto os colegas já guardavam seus Robôs e desmontavam o computador, devido ao fato de que o horário de encerramento da atividade já havia sido ultrapassado em cinco minutos e os alunos que ocupariam a sala, no próximo horário, já estavam na porta, aguardando a sala ser liberada.

5.2.2.2 Descrição do episódio de ensino “Velocidade controlada”.

O encontro no qual foi aplicado o episódio de ensino Velocidade Controlada iniciou com dez minutos de atraso, pois foi preciso aguardar a chegada de um número suficiente de alunos e, mesmo assim, iniciou-se a aula com catorze alunos na sala e, durante os dez primeiros minutos da aula, outros três alunos chegaram.

Seguindo a dinâmica padronizada para a aplicação do experimento de ensino, a aula foi iniciada com a apresentação de dois vídeos. Um explicava o funcionamento do radar de sensor e o outro sobre os radares de velocidade média que estavam sendo instalados na cidade de São Paulo. Os vídeos eram curtos e serviram como contextualização para a proposta do primeiro ciclo de aprendizagem do episódio de ensino. Os alunos deveriam programar o Rover para percorrer determinada distância com velocidade média inferior a 20 cm/s. No entanto, para evitar que os alunos colocassem o Rover para se deslocar bem devagar, foi estabelecido que velocidade média menor do que a metade da mínima também era uma infração.

Enquanto o professor introduzia o desafio do dia, dois alunos de dois grupos ficaram mexendo nas peças do kit, e outros quatro aparentavam estar dispersos, pois estavam mexendo na blusa de frio que vestiam ou com o celular. No entanto, a atenção desses alunos não foi chamada, porque o professor assumiu a postura de não chamar a atenção dos alunos, acreditando que a dinâmica da aula o faria.

Assim que, finalizada a exposição inicial, todos os alunos se envolveram com a tentativa de solucionar o desafio. E diferentemente do outro episódio no qual os grupos tentavam resolver o problema por tentativa e erro, um grupo estava tentando usar a equação da velocidade média, conforme mostra o trecho transcrito abaixo:

C1: *“Professor, vem aqui, por favor, ajuda a gente com essa conta aqui!”.*

Professor: *“O que vocês não estão conseguindo fazer?”.*

C2: *“Eu tenho a distância e agora eu pego a velocidade e coloco aqui para descobrir o tempo?”.*

Professor: *“Sim, é só substituir os valores conhecidos no lugar das letras que representam eles na equação e multiplicar cruzado que você descobre o tempo”.*

C1: *“Aí é só colocar o valor aqui no programa?”.*

Professor: *“Não, veja bem, você precisa entender o que é esse resultado para saber o que fazer com ele”.*

C3: *“Não coloca esse valor aí aqui no tempo de funcionamento do programa?”.*

Professor: *“Mas o tanto que o robô vai andar só depende do tempo?”*.

C4: *“Não, vai depender de quanto ele vai correr, se ele correr muito rápido ele vai longe e se correr devagar ele anda menos”*.

Professor: *“É por aí, vocês estão no caminho, o problema agora é descobrir a potência que tem que por no motor para o Rover demorar o suficiente para não ser multado”*.

Enquanto o professor conversa com esses alunos, o grupo ao lado utilizou uma régua para marcar uma distância sobre a mesa, programou o carrinho para andar em linha reta por um determinado tempo, e aferiram a distância percorrida, fizeram cálculos e concluíram:

A4: *“Tem que ser mais rápido! Quanto que deu?”*.

A1: *“Deu vinte e sete”*

Um aluno do grupo pega o celular e faz uma conta e fala com os demais:

A3: *“Nessa velocidade aí ele vai gasta 7,4 segundos para andar um metro”*.

A1: *“Será que com esse tempo ele vai ser multado?”*.

A2: *“Acho que não, porque se ele tem que andar no máximo 20 centímetros em um segundo, e 7,4 é menor do que vinte”*.

Os alunos ficam pensativos, não chegam a um consenso e decidem repetir o processo feito anteriormente.

Em outro grupo, os alunos também seguem raciocínio parecido, porém ao invés de aumentar a velocidade do Rover, eles estavam aumentando o tempo de movimento e assim, em cada teste, o robô andava mais longe e eles não conseguiam perceber o que estava errado e continuavam repetindo o processo.

Um aluno de outro grupo chama o professor e eles estabelecem a conversa transcrita abaixo:

D1: *“Professor a gente usou os valores de distância e velocidade e descobriu que o tempo tem que ser 5, só que agora a gente não sabe o que fazer”*.

Professor: *“Esse tem se mostrado ser o grande problema desse desafio, saber o que fazer com esse resultado que vocês encontraram. Vamos raciocinar juntos, você tem uma distância definida para percorrer, como é que você faz para percorrer essa distância bem rápido?”*.

D2: *“É só correr muito rápido”*.

Professor: *“Certo, e se você quiser demorar mais para percorrer a distância, o que você tem que fazer?”*.

D1: *“Tem que correr menos”*.

Professor: *“Beleza, agora vamos trazer para o caso de vocês, como vocês fazem para o Rover correr mais ou correr menos?”*.

D3: *“Muda a potência do motor”*.

Professor: *“Entenderam agora o que vocês têm que fazer?”*.

D4: *“Peraí, acho que entendi, a gente precisa encontrar um valor aqui no programa que faz o robô gastar mais de cinco segundos para andar de uma marca até a outra”*.

Professor: *“Exatamente isso, mas como fazer?”*.

D2: *“A gente tem que achar um valor de velocidade para a potência?”*.

Professor: *“Tem, agora é só vocês pensarem um pouco sobre o que falamos que dá para resolver”*.

Enquanto o professor atendia as dúvidas desse grupo, o grupo que não conseguiu interpretar os resultados do experimento, que haviam feito, estava testando outro jeito. Eles marcaram cinquenta centímetros na bancada, regularam o tempo para dois segundos e meio e foram alterando a potência para tentar alcançar os cinquenta centímetros desejados, conforme mostra a transcrição abaixo:

A1: *“A gente faz assim, marca a metade da distância na bancada e programa o robô para andar 2,5 segundos. Ai a gente vai aumentando a potência até dar certo”*.

A4: *“Mas por que 2,5 segundo?”*.

A3: *“Porque aqui ele vai andar a metade da distância, então tem que ser na metade do tempo”*.

A2: *“Com qual potência a gente vai tentar? Pode ser 20?”*.

A3: *“Faz com qualquer valor, se der errado a gente muda”*.

Enquanto os alunos continuam tentando, outro grupo encobre a filmagem, porque começaram a utilizar uma bancada próxima da câmera para realizar testes. Colocam o robô sobre uma marca na bancada, preparam o cronômetro e marcam o tempo gasto pelo Rover para percorrer a distância. A transcrição abaixo mostra o diálogo de dois alunos do grupo. B1 colocou o robô em movimento e B2 disparou o cronômetro:

B1: *“Pronto?”*

B2: *“Pronto, um, dois três e já!”*.

B1: *“Quanto que deu?”*.

B2: *“Deu 3”*.

B1: *“Então, lá na pista tem que ser...”*.

Os 2 alunos voltam para o computador e ficam pensando e conversando sobre o que fazer. E por se afastar da câmera, não é mais possível compreender o que estão conversando.

Outro grupo chama o professor para tirar dúvidas sobre o tempo de cinco segundos que eles haviam encontrado:

D2: *“Professor, tem que se aproximar ou tem que ser exato os 5 segundos?”*.

Professor: *“Não, eu disse que esse aí era o tempo mínimo, então não pode fazer abaixo disso, mas também não pode ser muito mais que isso aí, tem que ser um valor próximo”*.

D1: *“Não, é que a gente fez 4,97, é bem próximo”*.

Professor: *“Então estão quase lá, é só ajustar mais um pouco que vai dar certo. Vocês tem que alterar pouca coisa um parâmetro, o que vocês precisam alterar?”*.

D1: *“A potência”*.

Professor: *“O que precisa fazer? aumentar ou diminuir?”*.

D5: *“Aumentar!”*.

D1: *“Não, tem que diminuir, aí ele anda mais devagar e gasta mais tempo”*.

Enquanto eles voltam para o computador para ajustar a potência, o grupo A concluiu a programação e leva o Rover para a pista de prova para finalizar o desafio. Porém, ele para na metade do percurso e os alunos, a princípio, ficam sem compreender o que aconteceu e após pensar um pouco, voltam para o computador, alteram a programação e retornam à pista de prova para cumprir com sucesso o desafio proposto. A transcrição abaixo traz a conversa do professor com os alunos após a conclusão do desafio:

Professor: *“Como é que vocês fizeram para conseguir realizar o desafio?”*.

A1: *“A gente calculou ele em 50 centímetros primeiro pra ver quando a gente fosse dobrar ali, pra dar a potência e tempo”*.

Professor: *“Vocês regularam o potência lá e olharam o tempo em cinquenta centímetros, aí vocês foram regulando até achar?”*.

A2: *“É, quando a gente tinha feito ali, tinha dado 3 segundos, então a gente dobrou o tempo e partiu pela metade a velocidade, só que quando a gente fez aqui na pista deu errado, ele andou só até a metade, aí a gente foi lá e dobrou o tempo aí deu certo”*.

Professor: *“Mas porque vocês acham que não deu certo da primeira vez?”*.

A4: *“Porque tinha colocado o tempo errado?”*.

A1: *“Porque era para multiplicar o tempo por quatro e nós só multiplicamos por dois”*.

Professor: *“Não, vamos fazer escrevendo aqui no quadro para vocês encontrarem o que foi feito errado. Distância é velocidade vezes o tempo, se você multiplica a distância por dois e divide a velocidade por dois, o que acontece?”*.

A2: *“O dois de cima cancela com o dois de baixo!”*.

Professor: *“Pois é, não faz diferença, o que vocês fizeram ao regular o tempo, vocês desfizeram, quando regularam a velocidade. Não precisava mexer na velocidade, era só ter mexido no tempo, o tempo que vocês programaram não foi suficiente para fazer o robô atravessar, quando vocês dobraram o tempo de novo deu certo, porque na verdade vocês estavam dobrando a velocidade”*.

A4: *“Saqueei, fizemos conta à toa!”*.

A3: *“Mas deu certo, o senhor viu que nós fomos o primeiro grupo a terminar”*.

Enquanto acontecia essa conversa, os outros concluíram suas programações e colocaram os seus Rovers para realizar o desafio na pista com êxito. Sendo realizado, em seguida, um *feedback* no qual os grupos descreveram os procedimentos realizados para cumprir o desafio e o professor encerrou o encontro, realizando a explicação teórica do procedimento realizado, esclarecendo o conceito de velocidade média, enfatizando que quando a velocidade é constante, a distância percorrida é proporcional ao tempo gasto.

Durante a aplicação desse episódio de ensino, houve falta de energia elétrica e assim, os alunos não tinham como utilizar os computadores para programar os Rovers, além disso, os alunos foram retirados da sala momentaneamente para uma ação de saúde coletiva da escola. Assim não foi possível terminar a aplicação do episódio de ensino e os outros dois ciclos de aprendizagem foram realizados no próximo encontro.

Como de costume, a aula começou com um atraso de dez minutos e com catorze alunos. Durante os dez primeiros minutos da aula, chegaram outros dois alunos.

Para continuar a aplicação do episódio de ensino, foi preciso retomar o que havia sido trabalhado na última aula, lembrando como os alunos resolveram a atividade, retomando a explicação sobre o conceito de velocidade para então propor um novo desafio para os alunos, Eles deveriam programar o Rover para reduzir a velocidade, ao passar próximo de um radar fixo instalado dentro da pista com limite de velocidade média. A velocidade máxima permitida era de dez metros por segundo no radar.

Os alunos ouviram atentamente as orientações do professor que utilizou exemplo da aula passada para lembrar como fazer para relacionar velocidade do carrinho com a potência selecionada para o motor. Após a conclusão das orientações, os alunos começaram a tentar resolver o desafio, montando, adicionando o sensor de cor no Rover, acompanhando as instruções do manual de montagem que acompanha o *kit*. A necessidade do sensor justifica-se no fato de que será a partir de uma fita preta colada em um fundo claro, que o Rover vai reconhecer o local onde estava instalado o radar.

Todos os alunos se envolveram com a proposta e o grupo C pediu orientações para realizar o cálculo da velocidade do robô:

C2: *“Professor, faz favor, ajuda a gente aqui”.*

Professor: *“No que vocês estão com dúvidas?”.*

C4: *“Como faz para calcular a velocidade?”.*

Professor: *“Vamos fazer juntos para vocês entenderem. Selecione um valor de potência e insira o valor para o tempo de funcionamento dos motores... Pronto, agora execute a programação... Agora façam a medida da distância que ele andou”.*

C1: *“treze e meio”.*

Professor: *“Treze e meio o que?”.*

C2: *“Centímetros”.*

Professor: *“Então vamos lá, ele andou 13,5 centímetros, isso é o quê?”.*

C1: *“Distância”.*

Professor: *“Distância. Em quanto tempo?”.*

C3: *“1 segundo”.*

Professor: *“Então vamos lá, andou 13,5 centímetros e gastou 1 segundo, quanto dá a velocidade então?”.*

Professor: *“É só fazer a conta com a equação que está no quadro”.*

C2: *“Dá 13,5?”.*

Professor: *“Distância é 13,5, tempo é 1, então 13,5 dividido por 1 é 13,5 centímetros por segundo. Com essa velocidade aí ele pode passar pelo radar?”*

C3: *“Não, a máxima é 10 centímetros por segundo”.*

Professor: *“Então encontrem uma potência que a velocidade dele seja adequada ao radar”.*

Um aluno do grupo B, que está testando o Rover sem sucesso, pede ajuda com o manuseio do Robô para encontrar a programação que eles estavam enviando para ele na hora de executar:

B2: *“Professor como faz para saber se é a programação da gente?”.*

Professor: *“Se você colocar nome, fica mais fácil identificar sua programação aí no bloco EV3, vou te mostrar como faz”.*

B1: *“Nossa! Acho que a gente tava executando o mesmo programa toda hora”.*

B3: *“Por isso que não eu via diferença, quando mudava os valores aqui!”.*

Professor: *“Por isso é sempre bom nomear a sua programação”.*

Como todos os grupos não estavam conseguindo resolver o desafio, o professor pediu a atenção dos alunos e executou os cálculos de uma proposta com valores fictícios para exemplificar como os alunos deveriam proceder para completar o desafio.

Após a explicação, os alunos do grupo B foram determinar a velocidade do Rover e não entenderam o que estava acontecendo, o professor se aproxima para ajudá-los, pois os outros grupos já terminaram o processo e eles ainda não conseguiram:

Professor: *“O que está acontecendo?”*.

B2: *“Eu não tô entendendo, a gente pôs 40 deu 13, aí a gente pôs 30 deu 15!”*.

O aluno estava falando de potência do motor e distância percorrida.

Professor: *“Deve ter algum erro de execução, vamos refazer e ver o que está acontecendo”*.

Os alunos refizeram a programação e testaram novamente:

B2: *“Deu errado de novo! Deu 16 e pouco, quase 17!”*.

Professor: *“Não tem problema, traz o robô aqui. Tem que dar 10, então vocês vão aumentar ou diminuir a potência?”*.

B1: *“Não sei”*.

Professor: *“Se você diminuir, ele vai mais devagar não vai? Se ele está andando 16, é porque ele está correndo muito, tem que diminuir a potência.*

B1: *“Mas eu fiz com 25 e deu 16 também”*.

Professor: *“Vocês estão fazendo alguma coisa errada, façam de novo para eu ver”*.

Os alunos refazem a programação e repetem o teste.

B1: *“Aí oh, deu 17, só dá 17”*.

Professor: *“Tem alguma coisa errada na programação de vocês, vamos analisar ela”*.

Professor: *“Olhem para a programação de vocês e vê se vocês percebem o que está acontecendo”*.

Como os alunos não encontraram o que havia de errado, o professor explica:

Professor: *“A distância está sempre dando o mesmo valor, isso está acontecendo, porque a programação de vocês está para ela andar só uma volta, tem que mudar a configuração para segundo”*.

B1: *“Nossa! Eu não acredito! E a gente tentando e só dava errado!”*.

Professor: *“Do jeito que estava aí, independente do valor da potência que vocês usassem, ele ia andar só uma volta, desse jeito aí o que muda é o tempo de movimento”*.

Depois de encontrar o problema na programação, o grupo também conseguiu determinar a potência que o motor deveria ter enquanto passava pelo radar. Porém, para

cumprir o desafio, era preciso utilizar o sensor de cor para ele identificar o local onde a velocidade deveria ser diminuída. Então, como era a primeira vez que eles programavam utilizando o sensor de cor, foi preciso auxiliá-los com a programação, explicando como proceder.

Enquanto entendiam o funcionamento do sensor, os alunos de um grupo diagnosticaram um sensor com defeito, o que prejudicou as atividades do grupo, pois eles não conseguiam testar se a programação desenvolvida estava correta.

Com exceção de um grupo, no qual os alunos tiveram êxito, ao realizar a programação sozinhos, os demais tiveram bastante dificuldade para entender como desenvolver a programação e precisaram de ajuda para conseguir inseri-lo na programação. O grupo que já havia cumprido o desafio, emprestou o sensor de cor para o grupo que estava com o sensor de cor com defeito e colaboraram com os colegas dos outros grupos, ajudando-os a desenvolver a programação.

Para encerrar a aula, um aluno de cada grupo relatou as dificuldades enfrentadas pelo grupo na realização do desafio:

A2: *“A gente só teve dificuldade para entender como funcionava o bloco de comutação, mas depois que a gente entendeu a lógica, aí foi tranquilo.”.*

B1: *“O que atrapalhou a gente foi um erro no bloco de programação que a gente só percebeu com a ajuda do professor. Aí na hora de programar o sensor de cor os meninos do outro grupo ajudou a gente e foi tranquilo”.*

C4: *“Nosso grupo teve bastante dificuldade pra entender a conta que calcula a velocidade e depois na hora de usar o sensor, nosso sensor não funcionou e precisamos pegar emprestado do grupo que já tinha feito”.*

D5: *“A gente teve dificuldade, porque o cérebro do nosso grupo faltou hoje e só a gente ficou difícil”.*

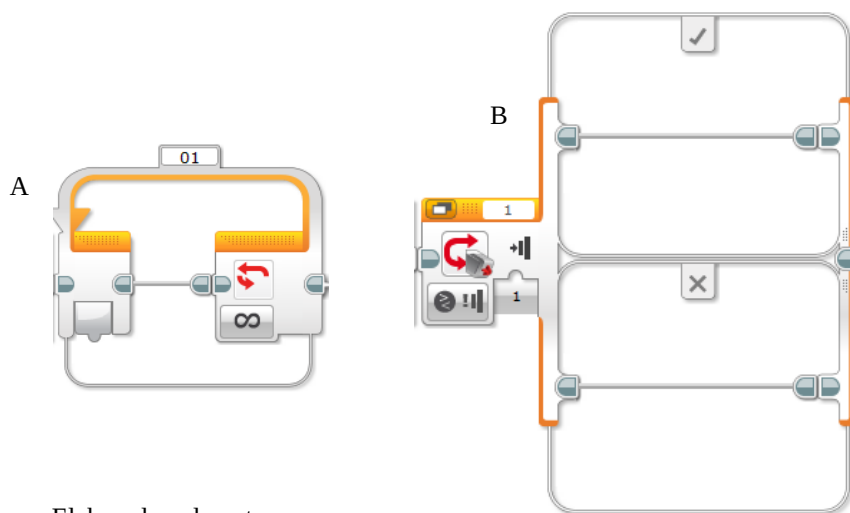
Após a socialização das experiências, o encontro foi encerrado e os alunos dispensados.

5.2.2.3 Descrição do episódio de ensino “Cabo de Guerra”.

O encontro que aplicou esse episódio de ensino também começou com dez minutos de atraso e mesmo assim a turma não estava completa, havia catorze alunos em sala e minutos após o início, chegou mais um aluno.

No início desse encontro, foram apresentados aos alunos os blocos de programação loop e comutação (figura 15 A e 15 B), assim como seu funcionamento. O professor fez uma aplicação, utilizando o desafio da aula anterior como exemplo de funcionamento deles.

Figura 15 – Blocos de programação loop e comutação



Elaborado pelo autor

Durante a explanação, os alunos de três grupos prestam atenção no professor, enquanto os alunos de um grupo aparentam jogar no computador, pois estão todos com a atenção voltada para o monitor que não pode ser visualizado por estar de costas para a câmera.

Quando o professor passa a fazer um Rover funcionar, utilizando os blocos loop e comutação, os alunos dos grupos que estavam na bancada mais afastada, levantam-se e aproximam do professor para ver como o robô vai se comportar. O grupo que estava com sua atenção voltada ao computador também se interessa pelo movimento do Rover. Eles acompanham admirados e, em silêncio, o robô realizando, sozinho, mudança na velocidade quando a cor do piso onde ele se desloca, muda.

Os alunos se interessam e fazem perguntas:

A3: “E se eu quiser limitar o número de repetições do loop, tem jeito?”.

Professor: “Tem sim, é só clicar no lugar onde tem o símbolo do infinito e definir isso”.

B1: “O professor, então no caso daquele primeiro desafio que o senhor passou do robô rodear em volta da caixa, não precisava repetir a programação, era só colocar dentro do looping?”.

Professor: *“Como a caixa era retangular e não quadrada, vocês iam ter que fazer repetir a programação que fazia andar em dois lados, mas se ela fosse quadrada, deva dar certo sim desse jeito que você falou”*.

O professor justificou a realização da capacitação sobre o funcionamento dos blocos no início desse encontro, porque entendia que o funcionamento dos blocos, que movimentam, havia sido compreendido e que já era possível, explicar o funcionamento de novos blocos que permitissem realizar programações mais avançadas, e por isso estava mostrando o bloco, para que eles conseguissem desenvolver programações mais complexas.

Após essa explanação, o professor apresentou o vídeo de contextualização desse episódio de ensino. O vídeo apresenta o cabo de guerra entre uma *pickup* e um trator. E logo, em seguida, é lançado o desafio, os alunos devem programar os robôs para competir em um cabo de guerra. Logo que o desafio é proposto, os grupos já se reúnem e traçam uma estratégia, falando baixo, para que os outros grupos não escutem, o que dificultou a realização da transcrição das conversas nesse momento.

Passados dez minutos, o professor pede aos alunos para levar os Rover para a disputa do cabo de guerra. Todos os grupos tinham traçado a mesma estratégia, colocar os motores do Rover na potência máxima. Assim, foi o nível de bateria que acabou definindo quem ganhava a disputa²⁰, Rovers com quantidade idêntica de bateria, acabavam empatando. Então o professor levanta a questão, como proceder para desempatar, para aumentar a força que um carrinho faz no outro? Os alunos começam a se manifestar:

A1: *“Creio que seja um problema na tração”*.

Professor: *“Tá, um problema na tração! Mas que problema?”*.

Os alunos ficam em silêncio, então o professor completa:

Professor: *“Quem ganha um cabo de guerra”*.

Vários alunos: *“Quem é mais forte”*.

Professor *“Quase isso, ganha o cabo de guerra quem aplica a maior força, porque força é o resultado da interação entre dois corpos, no caso o robô e o barbante, então ganha o cabo de guerra quem aplica mais força na corda. Aí então a pergunta: Como aumentar a força na corda?”*

Enquanto o professor está explicando, o aluno A1 comenta com os colegas do grupo:

A1: *“Resistência”, é a resistência, tem que aumentar a resistência”*.

²⁰ O resultado era esperado, haja vista que era do conhecimento do professor o fato de que, conforme a bateria vai ficando mais fraca, a velocidade do Rover também diminui para aquela potência

Então ele, que estava de pé, se senta na bancada e começa a conversar com os outros alunos do grupo que deixam de prestar atenção no professor e passam a prestar atenção nas ideias do aluno A1.

O professor continua a explicação, esquematizando no quadro as forças que atuam no Rover e na carga que está sendo empurrada e faz a pergunta:

Professor: *“Porque que quando eu ando, eu não escorrego?”*.

Os alunos, que estavam prestando atenção, ficam em silêncio, aí o professor completa:

Professor: *“Se eu jogasse sabão aqui e fosse andar, o que ia acontecer comigo?”*.

A3: *“É por causa da força de atrito”*.

Professor: *“Exatamente, por causa da força de atrito”*.

Então, o professor introduz o conceito de atrito e mostra para os alunos quais são os dois fatores que a influenciam a força de atrito, o coeficiente de atrito e força normal. E pondera que, para fazer o robô conseguir exercer mais força no outro, tem que aumentar a força de atrito dele com o chão e então faz a pergunta:

Professor: *“Como é que eu consigo alterar a força de atrito”*.

A1: *“Aumenta a massa”*.

Professor: *“Boa, muito bom. Aumentar a massa é uma maneira. Mas, dá para fazer isso?”*.

B2: *“Dá!”*.

Professor: *“Então vamos lá, façam isso e vamos repetir a disputa”*.

Os alunos pegam a caixa do kit e começam a encaixar peças na estrutura do robô que já está montando. O aluno do grupo D faz uma observação:

D2: *“Cara, essas peças não tem nem peso, não vai resolver colocar elas, tem que ser alguma coisa mais pesada”*.

D3: *“Professor, faz favor. A gente pode por só as peças do kit ou pode usar outra coisa?”*.

Professor: *“Eu nem falei que poderia usar as peças do kit, vocês que escolheram. Não estragando o robô, podem usar o que quiser”*.

O grupo faz uma adaptação para colocar um estojo sobre o Rover. O procedimento logo é copiado pelos colegas. Assim que todos terminaram suas adaptações, em seguida, são realizadas mais algumas disputas de cabo de guerra, dessa vez sem empates. Assim, o professor propõe um novo desafio: regular o Rover para arrastar um corpo (pote plástico, com porcas e parafusos dentro) de massa desconhecida por três superfícies diferentes, o piso de madeira da sala, uma folha de papel chamex® e uma folha de lixa d'água 1200.

Os alunos utilizaram o Rover com a adaptação feita para o cabo de guerra e por isso ele conseguiu puxar o corpo pelas três superfícies. Então o professor pergunta:

Professor: *“Porque que quando o corpo saía de cima da superfície, o robô aumentava a velocidade?”*.

D2: *“Porque diminuía o atrito do pote com a folha”*.

C3: *“Porque a madeira é mais lisa que a lixa e a folha de papel”*.

Após essa conversa, o professor dá o encontro por encerrado, libera os alunos e começa a desmontar os equipamentos, para que sejam transportados.

5.2.2.4 Descrição do episódio de ensino *“Corrida de Arrancadas”*.

A aplicação do último episódio de ensino foi um pouco conturbada e não foi realizada no encontro programado. Problemas técnicos e de planejamento atrapalharam o desempenho da aula.

O primeiro problema enfrentado, no dia, foi com a divisão da área de trabalho de um computador. Ao ligar a CPU, não apareceu a área de trabalho nos dois monitores, foi preciso desinstalar e reinstalar o *software* multiterminal para resolver o problema, esse processo gastou quase vinte minutos da aula.

Só, então, a aula do dia é iniciada com a presença de catorze alunos. O vídeo de contextualização do episódio de ensino foi um vídeo sobre disputa de arrancadas. Depois da apresentação do vídeo, o professor propôs uma corrida entre os quatro Rovers, ganha quem chegar primeiro. Para que todos os robôs partam ao mesmo tempo, ele solicita aos alunos que instalem o sensor sonoro, para que os Rovers partam simultaneamente com um sinal sonoro. No entanto, houve um equívoco da parte do professor que confundiu o sensor ultrassônico do EV3 com o sensor sonoro do NXT, a versão mais antiga do LEGO Mindstorms®. Esse erro demorou alguns minutos para ser notado, quando o professor descobre o erro, pede para que os alunos esqueçam o sensor e programem o robô para partida manual.

Com as programações prontas, cada grupo representado por um aluno, posicionou o robô na linha de partida e ao comando do professor pressionaram o botão que executa a programação. Um robô ficou muito para trás e os outros três cruzaram a linha de chegada praticamente juntos, para delírio dos alunos que se manifestavam, torcendo pelo seu Rover.

Após a execução da corrida, foi perguntado aos alunos o que eles fizeram. O grupo B foi o primeiro a responder:

B1: *“A gente tinha posto a potência máxima, só que na hora de escolher o programa para a largada, o B3 selecionou a programação de outra aula que o carrinho ia devagar”.*

Todos os grupos haviam utilizado a mesma estratégia, razão pelo qual chegaram praticamente juntos, sendo que a diferença foi só em razão do nível de carga da bateria.

Depois dessa constatação, o professor pergunta:

Professor: *“Será que tem jeito de fazer o robô correr mais? Se sim, como fazer isso”.*

Os alunos conversam entre eles, mas não respondem a pergunta. Então, o professor pede para que eles se sentem e apresenta um vídeo que fala sobre o funcionamento de um modelo de câmbio. E repete a pergunta:

Professor: *“E agora, vocês sabem fazer o robô correr mais?”.*

D4: *“Ah! Então é por isso que tem essas rodinhas aqui!”.*

Professor: *“O nome dessas rodinhas aí é engrenagem, observem que tem 3 ou 4 tamanhos, não me lembro. Porque os tamanhos diferentes?”.*

B1: *“Pra poder ter velocidade diferente”.*

A partir dessa, o professor relembra as informações apresentadas no vídeo sobre o tamanho das engrenagens e pede para que os alunos instalem elas nos seu Rovers. Aí, aparece um erro de planejamento que atrapalha o andamento da aula.

Para evitar a montagem de outro modelo de Rover, no planejamento, o professor fez uma adaptação no modelo em utilização, realizou testes e como obteve êxito, levou a proposta para a aula. Os alunos utilizaram a mesma adaptação e foram testar o Rover, foi quando apareceu um problema que não havia aparecido no teste realizado pelo professor. O robô só executava uma programação, depois não executava mais nenhuma, os motores não giravam. Não foi possível resolver o problema na aula. Alguns alunos ficaram ajudando tentar resolver o problema, os demais se dispersaram, e quando faltava pouco mais de dez minutos para o término do encontro, o professor liberou os alunos e deu a aula por encerrada, se comprometendo a resolver o problema técnico para o próximo encontro.

O problema foi solucionado para o próximo encontro, os modelos que estavam montados foram desmontados e foi proposta outra montagem. Ela utilizava apenas um motor para se movimentar, pois, nos novos testes realizados, levantou-se a hipótese de que o uso de dois motores poderia ser a causa do problema.

Os alunos começaram o encontro, realizando a montagem do modelo. Por ser de simples montagem, os alunos não gastaram mais de trinta minutos para realizá-la e o desafio da corrida foi retomado. Os alunos fizeram a escolha de acoplamento que acharam melhor e foram testar. No entanto, se depararam com um imprevisto:

C2: *“Vish, professor, ele andou para trás”.*

Professor: *“Por que que você acha que andou para trás?”.*

C2: *“Porque eu tinha que colocar valor negativo na potência”.*

Valor negativo para potência inverte o sentido de giro do motor.

Professor: *“Sim, mas por que que você tinha que por negativo?”.*

O aluno fica pensativo e não sabe responder, então o professor orienta.

Professor: *“Leva o problema para os colegas do seu grupo para eles te ajudarem a responder”.*

Os grupos estão conversando sobre a montagem em voz alta e por isso não é possível transcrever uma dessas conversas, o barulho dos demais atrapalha. No entanto, todos estão envolvidos com a montagem e o teste para saber qual a relação de engrenagens que eles vão utilizar na corrida de arrancadas.

Após alguns minutos de testes, os alunos alinham seus Rovers para a corrida e o resultado é parecido com o da outra corrida sem as engrenagens, então o professor pergunta:

Professor: *“Porque que vocês acham que o resultado foi praticamente o mesmo?”.*

A1: *“Porque todo mundo usou as engrenagens igual e colocou na potência máxima”.*

Professor: *“Vamos falar sobre como vocês chegaram nesse resultado. Me falem o que aconteceu no primeiro teste que fizeram”.*

D2: *“O nosso andou muito devagar”*

C3: *“Ficou lento”,*

A2: *“O nosso não”.*

C3: *“E teve que por velocidade negativa, senão ele ia pra trás”.*

Professor: *“Por que vocês acham que teve que por velocidade negativa?”.*

D2: *“Por causa que quando gira a engrenagem gira ao contrário”.*

Professor: *“Isso mesmo, no acoplamento de engrenagens, o sentido de giro das engrenagens fica oposto. Qual foi a relação de engrenagens que fez o robô correr mais?”.*

D1: *“A grande no motor e a pequena na roda”.*

Professor: *“Por que vocês acham que com essa configuração o robô corre mais?”.*

A3: *“É porque o motor está girando menos e a roda girando mais”.*

D2: *“Professor, é porque quando a engrenagem grande gira a menor que tá na roda tem que girar mais”.*

Professor: *“É por aí mesmo, como uma engrenagem tá acoplada na outra, quando a grande gira, faz a menor girar o mesmo tanto por causa dos dentes. Como na borda da maior*

tem muito mais dentes que na borda da menor, ela gira mais para acoplar em todos os dentes da maior. O tanto que ela vai girar mais é igual a quantas vezes ela tem menos dentes”.

Após terminar a explanação, o professor refaz o desafio do episódio de ensino que abordou as relações métricas da circunferência e agora, utilizando o acoplamento com a engrenagem grande no motor e a pequena na roda, os alunos deveriam fazer o Rover parar em cima da linha.

Como os alunos já haviam realizado esse desafio, eles utilizaram a mesma estratégia de antes. Regularam a potência e tempo de movimento, colocaram o Rover para executar a programação, mediram a distância que o robô andou e usando “regra de três”, descobriram quanto tempo o motor deveria rodar para cumprir o desafio.

O grupo B teve mais dificuldade para cumprir o desafio, mas com a ajuda dos colegas conseguiram fazer o Rover para sobre a linha. Para encerrar o experimento de ensino, os alunos foram questionados sobre a diferença entre os resultados desse desafio e do desafio que foi feito sem o uso das engrenagens:

Professor: *“Vocês perceberam alguma diferença na programação dos dois desafios?”.*

D1: *“No nosso, mudou o tempo”.*

C1: *“No nosso também”.*

B2: *“No nosso mudou o tanto de voltas, colocamos o mesmo valor da outra vez e ele andou muito mais agora”.*

A3: *“A gente não lembra os valores que foi usado na outra vez”.*

Professor: *“Vamos refletir sobre essas conclusões, por que será que o tempo mudou?”.*

Alunos conversam entre eles, mas não dão resposta ao professor.

Professor: *“E o número de voltas, porque mudou?”.*

A1: *“Por causa das polias”.*

Professor: *“O que acontece aí eu expliquei para vocês agorinha. Quando a engrenagem grande gira, a pequena vai girar mais que ela o tanto de vezes que ela for menor, então, como a roda é a mesma nos dois desafios, ela vai ter que girar o mesmo tanto nos dois desafios. Por que para uns mudou o tempo e para outros o número de voltas?”.*

D3: *“Por causa da diferença na velocidade”.*

Professor: *“Não, veja bem, como no desafio, a distância é fixa, então quem vai determinar se você vai ou não conseguir fazer o robô parar em cima da linha é o número de*

voltas que a roda dá. E esse parâmetro você pode controlar, determinando o número de voltas ou o tempo de funcionamento, clicando no canto do bloco de programação do motor”.

C1: *“Saqueei, na verdade a diferença do nosso para o outro grupo é que nós escolhemos tempo e eles, número de voltas!”.*

Professor: *“É por isso mesmo, vocês usaram meios diferentes para chegar no mesmo resultado”.*

E com essa conversa o encontro foi encerrado e os alunos liberados.

A aula descrita acima encerrou a aplicação dos episódios de ensino. No encontro subsequente, foi realizada a entrevista em grupo, ponto de onde realizou-se o recorte para a análise a partir da próxima seção desse trabalho.

5.3 Achados relativos aos efeitos da intervenção.

Não há dúvidas de que o material visual produzido em nove encontros com 100 minutos de duração cada compôs uma extensa e rica fonte de informações para análise. Foram aproximadamente quinze horas de vídeo para analisar, além dos dados coletados pelos outros instrumentos. Realizar a descrição de tudo foi humanamente impossível, pois foram pelo menos dez alunos falando ao mesmo tempo dentro de uma sala de quarenta e cinco metros quadrados com uma única câmera para registrar tudo. Não foi apenas humanamente impossível, era também tecnicamente impossível.

Diante dessa realidade, após a análise preliminar das quinze horas de gravação das aplicações em sala, da transcrição da entrevista em grupo e das respostas ao questionário final, foi possível esboçar uma visão geral dos resultados e, a partir daí, optou-se por fazer outro recorte, para que apresentação dos resultados fosse objetiva, então foram transcritos trechos dos encontros que suscitaram as proposições do pesquisador. Assim, esta seção apresenta e argumenta as ideias elaboradas, a partir da análise dos dados apresentados nas seções anteriores.

Fundamentado na afirmação de Leontiev (1978a), que é na relação entre o motivo da atividade e o objetivo da ação que o sentido se expressa e ainda que segundo ele:

A análise que conduz ao verdadeiro descobrimento do sentido não pode limitar-se à observação superficial [...] A primeira diferenciação imprescindível - a diferenciação entre ação e atividade - requer entrar no conteúdo interno do processo [...]

Aquilo para o qual está orientado este processo parece ser o que o dirige, o que constitui seu motivo; Se é assim, então é uma atividade. Mas esse mesmo processo pode ser dirigido por um motivo inteiramente distinto do que não coincide em absoluto com aquilo para o qual está orientado como resultado seu; então é uma ação [...] (LEONTIEV, 1978a, p. 218).

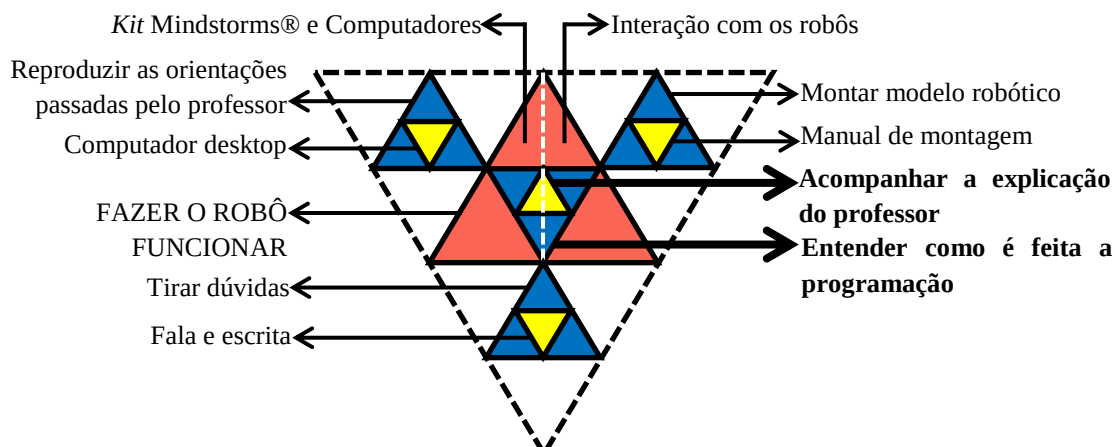
Então, a partir de uma análise preliminar dos dados, optou-se por definir como ponto de partida a estrutura da atividade em momentos distintos da aplicação da pesquisa, explicitando os elementos constitutivos dessas atividades e a relação entre eles.

A justificativa para essa escolha está no fato de o sentido que se atribui à atividade, se expressa na relação entre o objetivo de uma ação e o motivo de uma atividade. A compreensão dessa relação exige a tomada de consciência dela (LEONTIEV, 1978a). Assim, a elaboração da estrutura da atividade é uma tentativa de realizar essa tomada de consciência.

E assim, com o propósito de, analisar especificamente a relação entre objetivo e motivo, foram escolhidos três momentos para analisar a estrutura da atividade: antes do início da manipulação dos robôs, durante a primeira montagem e a capacitação dos alunos e durante a execução dos episódios de ensino. A estrutura da atividade do primeiro momento foi apresentada na figura 10, e a dos outros dois momentos estão respectivamente representadas nas figuras 16 e 17.

É relevante destacar que não se trata de afirmar que as atividades apresentadas foram as mesmas para todos os alunos. Para tal afirmação, seria necessária uma análise mais aprofundada, que o período disponível para uma pesquisa de mestrado não permite realizar. Assim, as estruturas foram elaboradas, a partir de uma análise mais horizontal, considerando mais o corpo de alunos da eletiva do que o aluno na eletiva, apontando o que aparenta ser uma das atividades da maioria dos alunos para realizar proposição a respeito dos sentidos atribuídos pelos alunos, e não por um aluno.

Figura 16 – Estrutura de uma atividade dos alunos durante capacitação.



Elaborado pelo autor

Ao comparar a atividade dos alunos durante a capacitação (figura 16) com a atividade deles no início da eletiva (figura 10), observa-se que o motivo da segunda atividade era objetivo de uma ação na primeira, ou seja, o caráter dinâmico da atividade manifestou-se, o que antes era o objetivo de uma ação, agora se transformou em motivo de uma atividade, pois passou a ser o objeto para o qual as ações estavam direcionadas.

Esse motivo surge do encontro da necessidade, de interagir com os robôs, que surge nos alunos, quando manuseiam o material, objeto que objetiva a necessidade. A partir da objetivação da necessidade, surgem as ações que levarão os alunos a satisfazerem essa necessidade.

Conforme esclarecido anteriormente, o objetivo (triângulo azul) da ação (junção triângulo amarelo e azul) é a resposta óbvia à pergunta: Por que eu estou fazendo isso? Assim, ao elaborar uma pergunta que tenha como resposta óbvia os objetivos apontados acima, você encontra qual é a ação realizada, conforme mostra o quadro abaixo:

Quadro 8 – Relação entre objetivo e ação

Ação	Pergunta óbvia (Por que...)	Objetivo (Para ...)
Prestar atenção na explicação.	...você está prestando atenção na explicação?	...entender como é feita a programação.
Utilizar o manual de montagem.	...você está utilizando o manual de montagem?	...montar o modelo robótica.
Perguntar ao professor.	...você está perguntando ao	...tirar dúvidas.

	professor	
Repetir o que o professor faz.	...você está repetindo o que o professor faz?	...reproduzir o que ele faz.

Elaborado pelo autor

Essa nova estrutura da atividade surge, a partir do momento em que os alunos passam a manipular o robô, que é quando o que os motiva a fazer tal processo, não é mais a participação na eletiva, mas fazer o robô funcionar, como pode ser observado nos trechos da transcrição da entrevista coletiva apresentado abaixo:

E8: *“É bom [participar da eletiva], porque monta carrinho, faz coisa na prática”.*

E9: *“É bom, porque monta robô”.*

E3: *“É bom, porque é coisa nova, é LEGO”.*

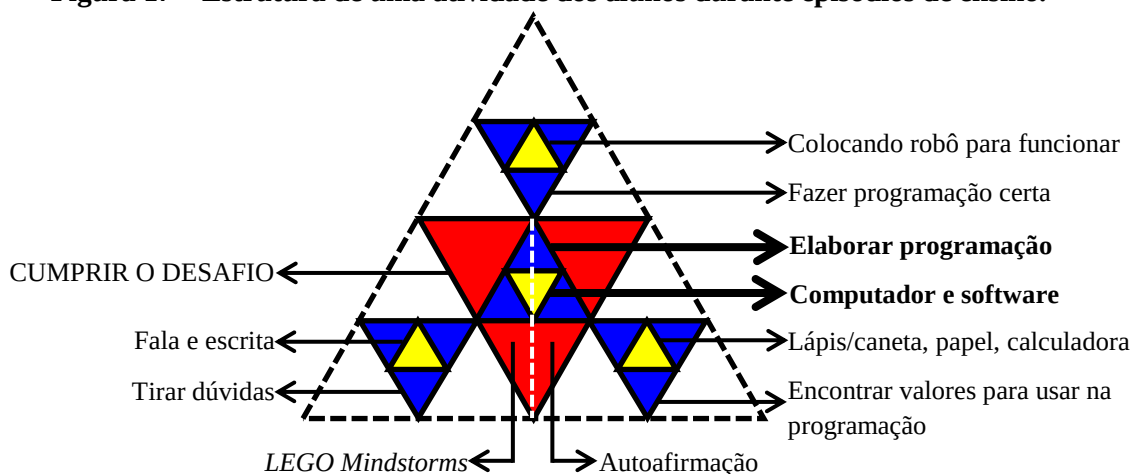
[Alunos estavam justificando, por que gostam da aula de robótica.]

E1: *“Eu venho, é eletiva, numa sala modular, climatizada e a aula envolve programação e robótica, venho sabendo que não vou ter que assistir aula de, sei lá, filosofia”.* [Aluno estava argumentando, por que gosta de vir para a eletiva]

Outra característica que permite afirmar que aprender sobre robótica é o motivo da atividade, está no fato de que todos os objetivos apresentados no digrama, foram identificados durante a análise do vídeo da capacitação e estão voltadas para o “fazer o robô funcionar”, fazendo com que ele ocupe o lugar de motivo da atividade. Assim, a partir dos indícios presentes nos dados e fundamentando-se na afirmação de Leontiev (1972, 1978a, 1978b), que o motivo é o indício principal para diferenciar uma atividade, realizou-se a afirmação de que houve a alteração da atividade dos alunos, quando o lugar que eles ocupavam na eletiva (ouvintes) sofreu alteração (para protagonista).

Quando a capacitação é encerrada e dá-se início à aplicação dos episódios de ensino, as ações dos alunos passam a relacionar-se com outro motivo e então, surgem novos objetivos (triângulos azuis) que são o fim de novas ações (junção triângulo azul e amarelo), que compõem a estrutura de uma nova atividade (triângulo pontilhado), como mostra a figura 17.

Figura 17 – Estrutura de uma atividade dos alunos durante episódios de ensino.



Elaborado pelo autor

A autoafirmação foi considerada nessa atividade como necessidade que motivava os alunos a cumprirem o desafio, porque as imagens gravadas dos encontros mostraram os alunos comemorando bastante o sucesso obtido nos mesmos. Fato que cria, involuntariamente, um clima competitivo entre os grupos e, com isso, a necessidade de cumprir o desafio, de preferência primeiro que os demais, para se autoafirmarem perante eles.

Como toda ação que o aluno executa para satisfazer sua necessidade de autoafirmação pode ser direcionada a um fim global de cumprir o desafio, ele assume nessa atividade o lugar de Motivo.

A formulação de questões que tenham como resposta óbvia os objetivos apresentados, revelam as ações constituintes dessa atividade que são mostradas no quadro 9.

Quadro 9 – Relação entre objetivo e ação de uma atividade dos alunos no episódio de ensino

Ação	Pergunta óbvia (Por que ...)	Objetivo (Para ...)
Testar a programação.	...você está testando a programação?	...fazer a programação certa.
Programar o Rover.	...você está utilizando esse programa do computador?	...elaborar uma programação.
Fazer cálculos.	...vocês estão fazendo cálculos?	...Encontrar valores para usar na programação.
Perguntar ao professor.	...você está perguntando ao professor	...tirar dúvidas.

Elaborado pelo autor

As conversas dos alunos, enquanto manipulam o robô, foram os fatos que ampararam a elaboração da estrutura da atividade com seus elementos constitutivos apresentada na figura 17. Os excertos abaixo podem demonstrar isso:

A1: *“Professor!!! Aonde coloca o valor que nós medimos aqui no programa?”*. [aluno manifestando objetivo de elaborar programação]

C1: *“Professor, vem aqui, por favor, ajuda a gente com essa conta aqui!”*. [aluno manifestando o objetivo de tirar dúvidas]

B1: *“Mas eu fiz com 25 e deu 16 também”*. [aluno manifestando o objetivo de fazer a programação certa]

D2: *“Professor, tem que se aproximar ou tem que ser exato os 5 segundos?”*. [aluno manifestando o objetivo de fazer a programação certa]

C2: *“Dá 13,5?”* [aluno manifestando o objetivo de encontrar valores para usar na programação]

E 2- *“Acho que tem uma coisa superior ainda, a gente está aqui por um objetivo, montar o robô e fazer ele funcionar para cumprir o desafio [...]”*. [aluno manifestando o objetivo de fazer a programação certa]

No entanto, é importante enfatizar que as três atividades apresentadas pelos esquemas das figuras 9, 14 e 15, não são as únicas atividades do sistema, uma análise vertical evidencia novas atividades com seus respectivos elementos estruturais que podem surgir, a partir das ações de uma das atividades apresentadas como, por exemplo, a ação de programar o Rover. Ela se transforma em atividade, a mesma encontra um motivo como, por exemplo, não errar mais a execução da programação. Nesse caso, apareceriam novas ações que se concretizariam por determinadas operações. E assim, o sistema vai se ampliando e revelando toda a sua complexidade, razão pela qual, em face do tempo disponível, optou-se por analisar atividades mais amplas.

Considerando o desenvolvimento psíquico do homem, as transformações citadas assumem função relevante, pois de acordo com Leontiev (1978a), o homem toma consciência do que está no seu campo da consciência, no que chama a atenção dele. E ainda de acordo com o autor, isso acontece quando o processo ocupa o lugar específico de objetivo de uma ação na estrutura da atividade. Desse modo, a mudança na estrutura da atividade altera o processo que ocupa o campo da atenção do aluno.

Os dados dessa pesquisa revelam comportamentos que deixam implícitos essa mudança na estrutura da atividade:

A1: *“Lembrei! É aqui oh, clica aqui no canto, que aparece para escolher”*. [indício do objetivo de programar o robô, ocupando o campo da consciência do aluno]

A1: *“A gente faz assim, marca a metade da distância na bancada e programa o robô para andar 2,5 segundos. Aí a gente vai aumentando a potência até dar certo”*. [indício do objetivo de encontrar valores, ocupando o campo da consciência do aluno]

B1: *“O professor, então no caso daquele primeiro desafio que o senhor passou do robô rodear em volta da caixa, não precisava repetir a programação, era só colocar dentro do looping?”*. [indício do objetivo de programar o robô, ocupando o campo da consciência do aluno]

B1: *“Mas eu fiz com 25 e deu 16 também”*. [indício do objetivo de encontrar valores, ocupando o campo da consciência do aluno]

E 9- *“O que mais gostei é montar os robozinhos, o duro é a Física”*. [indício do objetivo de montar o modelo, ocupando o campo da consciência do aluno]

E 9- *“Não a gente consegue aplicar conceitos da física neles”*. [indício do objetivo de encontrar valores, ocupando o campo da consciência do aluno]

E 5- *“Uai, eu achei legal a minha participação porque me aprofundou nos cálculos em matemática que eu já tinha esquecido como perímetro, raio de círculo, mas eu particularmente analiso que preciso aprofundar mais[...]”*. [indício do objetivo de encontrar valores, ocupando o campo da consciência do aluno]

E 5- *“Eu acho também que as aulas não ajudam só no aprendizado da Física, eu acho que melhora bastante o raciocínio lógico de cada um, tipo, a pessoa ter que saber quantas voltas a roda tem que dar para chegar na posição certa”*. [indício do objetivo de fazer a programação certa]

A investigação sobre esses indícios mostrou que os alunos retêm por pouco tempo no seu campo da consciência os objetivos de ações relacionadas a cálculo matemático. Essa afirmação é amparada no fato de que nas filmagens dos encontros, existem poucos momentos em que os alunos estão tentando encontrar valor para usar na programação por meio de cálculos. O ordinário é tentar cumprir os desafios pelo método da tentativa e erro e quando era preciso fazer cálculo, diferentemente do que acontecia em outros processos, normalmente um aluno o fazia sozinho. A transcrição da entrevista também traz características que apontam para isso:

E 6- *“Bom, eu pensei em mudar, porque quando eu cheguei aqui eu vi que tinha conteúdo, aí eu falei para o meu colega, acho que esse trem aqui eu não estou gostando muito não,[...]”*. [aluno relatando que os cálculos quase fizeram ele desistir da eletiva]

E 9: *“O que mais gostei é montar os robózinhas, o duro é a Física”*

Da mesma forma, a resposta dos alunos, no questionário final, também traz traços nessa direção. Ao descrever os fatores que atuaram como dificultadores para o desenvolvimento das aulas de robótica, os alunos apontaram que:

“Não saber cálculos, dificultou o aprendizado nas aulas de robótica”.

“Não sei Física e isso dificultou meu aprendizado nas aulas de robótica”.

“Ter que estudar Física, disciplina que mais tenho dificuldade em aprender”.

Considerando-se que no primeiro encontro da eletiva, durante a realização das apresentações, 66,7% dos alunos alegaram não ter afinidade com as disciplinas da área de exatas, os achados indicam coerência entre os dados coletados e endossa a proposição de que as três estruturas elaboradas são de atividades dos alunos em decorrência das aulas de robótica.

A partir da estruturação da atividade, objetivo e motivo foram identificados, estabelecendo a possibilidade da análise que é o foco desse trabalho, os sentidos.

Essa análise revelou-se complexa, pois o sentido está ligado ao motivo de uma atividade, então a mudança nesse provoca mudança naquele. Além disso, um mesmo motivo pode assumir sentidos diferentes, pois os sentidos são pessoais, depende da posição e interação do indivíduo na sociedade. Assim, seria possível que existissem dezoito motivos diferentes para cada uma das três atividades estruturadas.

Destarte, os dados foram analisados sob a perspectiva de encontrar fatores que permitissem identificar um mesmo sentido atribuído por alunos diferentes para satisfazer o objetivo de identificar os motivos que alunos (ou seja, mais de um, um pequeno grupo) atribuíram à robótica durante a eletiva.

O sentido que foi possível identificar mais vezes foi o aprendizado de robótica. Ele aparece no questionário inicial, na apresentação da eletiva (expresso na atividade identificada antes da capacitação), nas filmagens, e no questionário final da eletiva (ambos relacionados às atividades identificadas durante a capacitação e durante a aplicação dos episódios de ensino). As transcrições abaixo mostram esse indício.

E 2- *“[...] a gente está aqui por um objetivo, montar o robô e fazer ele funcionar para cumprir o desafio[...]”*

E 8- *“é bom, porque monta carrinho, faz coisas na prática”.*

Uma característica que deixa explícito aprender robótica, como um dos sentidos dos alunos atribuídos as aulas, está no fato de que, ao explicar conceitos relacionados à Física ou à Matemática, poucos alunos mantiveram-se atentos ao que o professor estava falando. Quando

a explicação era sobre funcionamento do *software* ou do Robô, todo mundo voltava a atenção para ele, questionando sobre o que ele não havia entendido.

Ajudar na escolha da profissão também foi um sentido que aparece nas atividades dos alunos. A existência de indicações a esse respeito foi detectada nos questionário inicial, no qual existiam seis indicações, em vinte, três possíveis, que permitem avaliar a escolha da profissão como o sentido pessoal dos alunos para participarem da eletiva. O questionário final também trouxe seis indicações, o que levanta a hipótese de que cursar a eletiva não provocou mudança nesse sentido dos alunos. Esse sentido está expresso entre os objetivos e o motivo da atividade identificada durante a capacitação.

Outro sentido que se revelou na análise dos dados foi a aprendizagem de conceitos de Física ou Matemática. Eles apareceram na relação entre objetivos e motivos na estrutura da atividade identificada durante a aplicação dos episódios de ensino. E puderam ser verificados na análise da entrevista em grupo:

E 4- *“E também porque acaba sendo um reforço para as aulas de física”.*

E 3- *“[...] foi o que eu esperava e até passou mais do que eu esperava, porque aprendeu alguns conceitos de Física que na própria aula de Física, eu não conseguia aprender [...]”.*

E 2- *“Eu acho que o mais importante foi o fato de a gente ter entendido mais um pouco sobre robótica e conhecer um pouquinho da área e ter utilizado a física e a matemática para revisar conteúdos de primeiro e segundo ano”.*

Ao responder duas questões discursivas do mesmo questionário (questões 16 e 19) sobre as contribuições da eletiva, os alunos também revelaram esse sentido, conforme mostra os exemplos transcritos abaixo:

B2: *“Participar da eletiva me ajuda bastante em física”.*

C4: *“Ela me ajudou muito em Física”.*

B3: *“[a eletiva motivou] estudar Física que é uma disciplina que eu tenho dificuldade”.*

D1: *“[a eletiva motivou] estudar mais Física”.*

D5: *“[a eletiva motivou], pois passei achar Física interessante ao usar ela no robô”.*

Dados do questionário final foram ao encontro dos excertos da entrevista, pois a metade dos alunos indicou que o seu interesse por Física e/ou Matemática aumentou com a participação na eletiva de robótica. Esse valor pôde ser considerado relevante, pois um levantamento sobre as preferências dos alunos apontou que 66,7% não tinham preferência por nenhuma das disciplinas da área de exatas, assim evidencia uma evolução.

Essa evolução pode ser justificada pela transformação dos motivos que agem realmente, que dão o sentido de aprender robótica à atividade realizada, durante as aulas, em motivos apenas compreendidos que dão o sentido de aprender Física ou Matemática. No primeiro caso, o sentido tem uma relação consciente com o motivo da atividade, enquanto que no segundo, aprender Física e Matemática não guarda uma relação direta com participar das aulas de robótica.

Aprender programação, sentido associado às atividades práticas do aluno (capacitação e execução dos episódios de ensino) é outro sentido que os dados mostraram, expressar a relação entre o objetivo de uma das ações da atividade e o motivo de aprender robótica:

E 2- *“Eu gostei da eletiva, porque quando foi feita a apresentação dela, foi mencionada a palavra programação de robótica e eu pretendo atuar na área”.*

E 7- *“Eu achei que era aprender fazer programação, basicamente isso”.*

E 6- *“Eu pensei em mudar, porque eu pensei que ia ser programação e quando cheguei parecia aula normal, aí eu pensei em mudar”.*

As respostas dadas pelos alunos na questão sobre a principal contribuição também apontaram nessa direção.

E 1- *“Conceitos de programação e lógica”.*

A 5: *“O conhecimento em programação”.*

B 3: *“Ajudei a fazer questionamentos sobre reflexão”.*

O lúdico foi outro sentido comum na atividade dos alunos na eletiva. Há indicações da sua existência na entrevista em grupo e nos registros de vídeos. Ele é um sentido que está associado à atividade identificada na capacitação e durante a aplicação dos episódios de ensino.

A aprendizagem associada com momentos descontraídos fica explícita na análise dos vídeos. Os alunos comemorando uma programação que deu certo, disputando quem consegue resolver o desafio primeiro, rindo da programação dos colegas que deu errado, se esforçando para superar as dificuldades, são cenas comuns nos vídeos. Na entrevista em grupo, houve destaque nesse sentido também:

E 8- *“Quando tem os desafios, aí sim, aí é legal”.*

E 2- *“Só que é legal fazer”.* [aluno justificando, porque se envolve nas propostas da aula mesmo sem valer nota]

E 5: *“Com as aulas, a escola ficou mais legal”.*

No questionário final, também apresentaram respostas que ratificaram a existência desse sentido para um grupo de alunos:

C 3: *“Mudou o nosso dia a dia na escola e a Física fica mais legal”*.

D 4: *“Foi muito divertido e muito produtivo para mim e para todos”*.

C1: *“Foi muito legal e diferente, nunca tinha visto nada igual antes”*.

O resultado da análise dos dados mostrou que, assim, conforme descrito por Leontiev na sua formulação da Teoria da Atividade, os sentidos pessoais atribuídos aos indivíduos é particular de cada ser, pois a análise mostrou a existência de diferentes sentidos para uma mesma atividade. No entanto, pôde ser observado que, como os alunos estão inseridos em um mesmo processo, os sentidos que alguns deles atribuem à atividade, coincidem.

Situação parecida ao trabalho assalariado no sistema capitalista, onde indivíduos inseridos em um mesmo processo, a sociedade de classe, atribuem sentido coincidente (salário) a uma mesma atividade (o trabalho manual, fracionado). Isso faz com que a análise dos achados relativos aos efeitos da intervenção seja finalizada com um questionamento: A implementação de aulas de robótica nos moldes realizados nesse trabalho não acaba por alienar o aluno sobre o real significado dessa tecnologia?

5.4 Achados relativos às características da intervenção propriamente dita.

Nesta seção, serão analisadas as “[...] características da intervenção responsável pelos efeitos percebidos em seus participantes [...]” (DAMIANI, 2013, p. 58).

Nesse sentido, julga-se importante ressaltar que esse trabalho considera como intervenção pedagógica as aulas de robótica realizadas. Assim, no decorrer do texto, serão discutidos os aspectos, apontados pelos sujeitos e pelo pesquisador, como responsáveis pelos resultados apresentados na seção anterior. Para isso, serão utilizados dados coletados no questionário aplicado ao final da eletiva, entrevista em grupo realizada após o recorte e a descrição das vivências do pesquisador.

Os alunos puderam avaliar a eletiva em questões abertas do questionário final e em questões do bloco dois e três da entrevista em grupo. Na maioria das vezes, os apontamentos sobre a eletiva foram positivos, no entanto, houve avaliações negativas que apontaram para os aspectos técnicos do uso da tecnologia e os aspectos comportamentais dos sujeitos da pesquisa. O quadro 10 apresenta os resultados obtidos no questionário e na entrevista.

Quadro 10 - Visão dos alunos sobre os aspectos negativos das aulas de robótica

Instrumento de coleta	Aspectos técnicos	Aspectos comportamentais
Questionário	▪ Limitações nos computadores ▪ Falhas técnicas que não podiam ser previstas ▪ Dificuldade de programar os robôs ▪ A dificuldade para a montagem de robôs ▪ A programação é complicada para poder operar tudo	▪ Alunos chegando atrasados ▪ Atraso no início das aulas
Entrevista em grupo	▪ O ruim é a falha dos equipamentos	▪ A aula é pra começar sete e meia e o pessoal chega mais tarde e a gente tem que esperar até uns 20 minutos para começar a aula e isso é ruim.

Elaborado pelo autor.

A partir das informações apresentadas no quadro, foi possível afirmar que a interação aluno-robô se estabeleceu com dificuldades. No entanto, é preciso considerar que a maioria das dificuldades que eles tiveram com a tecnologia estava relacionada ao aspecto operacional, ou seja, em saber como proceder na utilização do programa e na interface do bloco lógico.

Essas dificuldades já eram previstas, e por esse motivo foi elaborada a proposta de capacitação que foi executada pelo pesquisador, enquanto professor nos primeiros encontros da eletiva.

A ideia da capacitação fundamentou-se nas afirmações de Leontiev (1978a), nas quais afirma que o conteúdo só é conscientizado pelo homem, quando ocupa o lugar de objetivo de uma ação na estrutura da atividade. Se o conteúdo não ocupar esse lugar específico na estrutura da atividade, ele é assimilado apenas por imitação e assim, o indivíduo não será capaz de reproduzir o processo sem refletir sobre sua execução como, por exemplo, acontece no caso da escrita que foi citado no capítulo 3.

Assim, considerou-se que seria necessário desenvolver uma proposta, na qual entender como é feita a programação, fosse o objetivo de uma ação da atividade que tem como motivo “fazer o robô funcionar”, para que o processo de manipulação do *software* se tornasse uma operação durante a execução dos episódios de ensino.

No entanto, em razão de haver apenas quatro computadores disponíveis para a eletiva, o acesso dos alunos ao software, durante a capacitação, foi prejudicado e assim, a assimilação por imitação foi o que predominou nessa etapa da eletiva. Desse modo, durante a execução

dos experimentos de ensino, os alunos tiveram dificuldade em manipular os softwares. As transcrições de excertos das filmagens mostraram isso:

B2: *“Professor como faz para saber se é a programação da gente?”*. [aluno com dificuldades para achar a programação enviada para o bloco lógico]

A2: *“A gente só teve dificuldade para entender como funcionava o bloco de comutação, mas depois que a gente entendeu a lógica, aí foi tranquilo.”*. [aluno relatando dificuldade encontrada na execução de um desafio proposto].

Observa-se, ainda, que o apontamento feito nos dois instrumentos fosse o mesmo e que os aspectos técnicos predominaram. Porém, acabaram se configurando como uma característica intrínseca ao uso da tecnologia em aula que acaba exigindo do professor, quando não tem apoio técnico, conhecimento técnico sobre a tecnologia usada para conseguir contorná-los.

Os problemas apareceram com menor frequência, quando se adotou o expediente de testar antecipadamente a proposta que foi realizada em sala. No entanto, essa é uma prática difícil de realizar, haja vista a falta de tempo do professor, já citada nesse trabalho, e que, portanto, talvez esse fator se configure como uma das dificuldades de utilização dos episódios no processo educativo no cotidiano da sala.

Quanto aos aspectos comportamentais, entende-se que são comportamentos comuns à escola. No caso da eletiva, acaba interferindo no andamento da aula em razão das instruções e do vídeo de contextualização, que foram apresentados no início da aula, que precisavam da presença dos alunos. Em razão disso, adotou-se a prática de aguardar a chegada de pelo menos 50% da turma para iniciar as atividades. Foi possível observar, durante a eletiva, que chegar atrasado às eletivas é prática comum na escola, pois algum tempo depois do horário de início da eletiva, ainda foi grande o movimento de alunos chegando para as aulas.

Conforme afirmado anteriormente, as avaliações positivas predominaram nos instrumentos de coleta de dados, dessa forma, optou-se por apresentá-las em categorias. Assim, o quadro 11 apresenta as avaliações positivas relacionadas ao diferencial das aulas de robótica, quando comparadas com as aulas tradicionais.

Quadro 11 - Avaliação dos alunos sobre o diferencial das aulas de robótica

Relação teoria e prática	Dinâmica das aulas de robótica
▪ Aprender fazendo que é muito melhor que só a teoria; ▪ A teoria e a prática juntas; ▪ Aulas práticas são bem melhores que só na teoria; ▪ O método de aplicação da matéria com exemplos visíveis com robôs e programação ▪ A aula de robótica é mais prática do que as curriculares;	▪ Foi algo novo que nunca tinha feito antes; ▪ Foi mais fluido que as aulas curriculares; ▪ Aulas diversificadas; ▪ Aulas mais animadas e diferentes; ▪ Uso de computadores e os desafios; ▪ Aulas mais interessantes do que estamos acostumados; ▪ Foi muito legal e diferente, nunca tinha visto nada igual antes; ▪ Foi uma das melhores oportunidades que tive até o momento na escola;

Elaborado pelo autor.

O quadro explicita que os fatores que exerceram maior influência na avaliação positiva da eletiva, quando comparada às aulas tradicionais, foi o caráter prático da disciplina, que possibilitou autonomia e protagonismo dos alunos, durante as aulas, e o caráter de novidade da disciplina, que levou para dentro da sala aula uma tecnologia que não está presente no cotidiano dos alunos, permitindo a eles atuarem ativamente na aula, o que também é novidade. Excertos da entrevista em grupo apontam essas características:

E 4- *“Até porque, por exemplo, na nossa sala, as aulas de Física são as duas últimas e em uma sala muito quente e o professor passa aquele monte de conta no quadro, só fala, aí você fica meio que nossa, que é isso?”* [aluno justificando a razão, pela qual a aula de robótica é melhor]

E 3- *“É, a gente não fica só na parte teórica, tem a parte prática também. Na aula de física, por exemplo, o professor passa o conteúdo no quadro e meio que a gente fica meio voando no assunto, porque a gente não está aplicando”.*

E 6- *“Concordo, porque não é todo mundo que tem esse privilégio de trabalhar com robótica”.* [aluno justificando o razão, pela qual a robótica enriquece o currículo escolar]

E 10: *“[...] as aulas aqui são diferentes, a gente sempre está aplicando teoria ao invés de só discutir ela”.*

Os alunos também identificaram outro aspecto como sendo ponto positivo da intervenção, a melhora do relacionamento interpessoal provocada por ela:

“A união com novos colegas e amigos”.

“A eletiva ajudou na união dos alunos, pois depois que tivemos essa eletiva, nos unimos mais”.

“A união com novos colegas e amigos”.

“Aprender a conviver com as outras turmas, uma boa apresentação na culminância que nos fez aprender mais para poder explicar mais”.

“Melhorou a comunicação, tipo a “familiarização” com os colegas de classe, eu não sei a galera, mas eu era uma pessoa muito reservada, tipo na minha e me abri com a disciplina”.

De fato essas características estão explícitas nas filmagens das aulas, no início os alunos pouco se falam dentro do grupo, conversam apenas sobre o processo que estão executando, porém conforme o tempo foi passando, as relações se transformam e todos passam a interagir. A descrição do vídeo das aulas, realizada na seção 5.2 contém passagens que ilustram isso.

Antes da avaliação do pesquisador sobre a eletiva, considera-se importante contextualizar a eletiva avaliada pelos alunos. Embora, normalmente, as eletivas sejam disciplinas, que abordam temas diferentes do conteúdo programático das disciplinas da base comum, essa característica não é aplicável à eletiva à qual se refere esse trabalho. Nela foram trabalhados conteúdos presentes no currículo das disciplinas de Física e Matemática, assim os diferenciais apontados pelos alunos não foram em razão da eletiva não abordar conteúdos tradicionais.

A avaliação da intervenção do pesquisador contemplou dois momentos diferentes, a avaliação do planejamento das aulas e a avaliação da execução das aulas planejadas. É possível que os resultados dessa avaliação fossem outros se as funções de pesquisador e professor não fossem realizadas por um único sujeito. No entanto, mesmo acumulando as duas funções, considera-se que foi possível apresentar os pontos fortes e fracos da intervenção.

A partir da TA, Leontiev (1978a) afirma que o aluno toma consciência daquilo que lhe chama atenção. Essa afirmação arbitrou a elaboração dos episódios de ensino que estão disponíveis no produto desse trabalho, para que, no caso da impossibilidade de fazer o aprendizado de conceitos Físicos e Matemáticos, ocupassem a posição de motivo da atividade dos alunos, eles ocupem o lugar de objetivo de uma ação.

Essa ‘exigência’ fez com que o planejamento dos episódios de ensino fossem cuidadosamente desenvolvidos, pois como a robótica é um material rico em informação que chama a atenção, fazer o conteúdo das disciplinas chamar a atenção dos alunos não é trivial. No entanto, como os resultados apresentados mostraram que houve diminuição na quantidade de alunos que não tinham afinidade pelas disciplinas de exatas, entende-se que o planejamento possibilitou que o objeto da atividade de estudo dos alunos fosse coincidente com o objeto da atividade de ensino do professor.

Além do planejamento pedagógico, a tecnologia exige também o planejamento prático, ou seja, testar a proposta da aula para detectar possíveis problemas de ordem técnica ou de execução. Nesse sentido, como apontado na descrição dos episódios de ensino, avalia-se que houve falha em dois momentos, na utilização de um sensor ultrassônico e na adaptação do modelo com dois motores para o uso de engrenagens. No entanto, esses equívocos foram corrigidos nos episódios de ensino que compõem o produto dessa pesquisa.

No que diz respeito à avaliação da execução das aulas, a avaliação foi realizada em dois aspectos, a logística para a aula acontecer e a realização da aula.

A partir das experiências vividas na execução da eletiva, avalia-se que não é imprescindível a existência de estrutura específica para realizar as aulas, mas alguma estrutura é necessária. Levando em consideração o fato de que a proposta de realizar aulas de robótica partiu do pesquisador, e com isso subentende-se que ele tinha acesso a esse material, o espaço necessita pelo menos de mobília própria e computadores. A ausência desses elementos não impossibilitou o desenvolvimento das aulas, mas dificultou bastante como foi apresentado na descrição dos experimentos de ensino.

Assim, como foi uma experiência única para os alunos, as aulas também foram uma experiência incomensurável para o professor. A primeira característica positiva da intervenção é a inexistência de episódios de indisciplina, durante os encontros da eletiva, fato que atualmente é muito comum nas escolas, e que prejudica muito o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. O envolvimento dos alunos com as propostas apresentadas também foi extraordinário, raramente viam-se alunos alheios ao que estava acontecendo na aula.

A eletiva também proporcionou outro tipo de interação entre professor e aluno. A tradicional, onde o primeiro só fala e o segundo só escuta, não se fez presente. Os alunos, assim como o professor, ouviam e falavam, aprendiam e ensinavam. A interação deixou de ser à distância e passou a ser próxima, na qual ambos trataram-se igualmente com respeito e desenvolveram juntos novos conhecimentos.

Acredita-se que o ambiente com relações interpessoais positivas teve relação com a dinâmica das aulas. Os episódios de ensino propostos e a característica de ‘coisa nova’ da robótica fizeram com que fosse possível o estabelecimento de uma forma incomum de interação entre o professor e o aluno.

Por fim, avalia-se que de um modo geral a intervenção teve resultados positivos. A afirmação não está baseada apenas nos resultados produzidos nos alunos, mas também nos resultados produzidos para os professores, pois a realização da eletiva proporcionou a elaboração de quatro episódios de ensino que estarão disponíveis, no produto elaborado a partir desse trabalho, para aqueles que têm acesso aos *kits* de robótica LEGO Mindstorms® e tem interesse em utilizá-los em sala de aula.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluída a jornada que se iniciou com a inquietação do pesquisador a respeito das práticas docentes e seu interesse em inserir robótica educacional na realidade da sala de aula de uma escola pública de tempo integral, foi momento de refletir sobre o caminho percorrido até aqui e indicar o que encontramos ao longo dessa trajetória.

Nesse processo, foi possível constatar que a área na qual foi desenvolvida essa pesquisa, carece de mais trabalhos como esse, preferencialmente em novas realidades para consolidar o que já existe, ampliar o arcabouço de conhecimento a respeito do tema e desenvolver práticas que ampliem a possibilidade de uso do LEGO Mindstorms® em sala de aula.

Nesse sentido, alguns resultados da pesquisa ratificaram os resultados alcançados por pesquisas que fizeram parte do corpo de trabalhos da revisão de literatura, como o reconhecimento do caráter diferenciado das aulas de robótica e da ludicidade que ela implementa na aprendizagem dos alunos.

Seguindo essa linha de raciocínio, acredita-se que este trabalho forneça colaborações ao supracitado, pois optou por não seguir o referencial da proposta fornecida pelo fabricante e utilizar o *kit* fundamentando-se na Teoria da Atividade desenvolvida por Leontiev. Foi, a partir desse referencial, que surgiu a compreensão de que era necessário desenvolver a proposta de intervenção, considerando que o conhecimento ao qual o aluno deve conscientizar-se, deveria ocupar o lugar de objetivo de uma ação na estrutura da atividade. Exigência essa que não é fácil de ser cumprida, porque o material possui características que normalmente chamam mais a atenção dos alunos do que o conteúdo que o professor planejou ensinar.

Além das dificuldades pedagógicas, a logística necessária para realizar as aulas de robótica também impõe dificuldades. A primeira delas é a disponibilidade do *kit* LEGO Mindstorms® para uso, pois por ser um material caro, são raras as escolas que dispõem do *kit* como é o caso da escola onde foi realizada a eletiva. Só foi possível a concretização das aulas, porque o pesquisador investiu o dinheiro da bolsa de formação da FAPEG na aquisição do equipamento. Superando essa dificuldade, outras logo aparecem como, por exemplo, a falta de um espaço adequado para a realização da eletiva e a indisponibilidade de computadores para uso dos alunos na escola.

Quando essas dificuldades são superadas e a aula se concretiza, cria-se um novo ambiente dentro da sala. Os alunos revelam-se atuantes, interessados, questionadores,

curiosos, o que é completamente oposto ao que normalmente acontece no cotidiano. No entanto, é necessário o direcionamento do professor, a partir do planejamento, para que a aula não se transforme apenas em um momento de descontração. Não se pode cair na armadilha de achar que a tecnologia é determinista, que ela sozinha vai cumprir os objetivos traçados para a aula.

A partir dessa pesquisa, observaram-se indícios de que o LEGO Mindstorms® é um material que possui limitações pedagógicas em função da dificuldade em realizar aplicação de todas as temáticas da Física e em razão de conseguir atrair mais a atenção dos alunos do que qualquer outro conteúdo curricular, como já citado acima.

Quanto à primeira temática, a busca do pesquisador não encontrou aplicações nas quais o *kit* fosse usado, por exemplo, para ensinar transformações gasosas ou leis da termodinâmica. O que se observa normalmente é uma grande aplicação nos conteúdos de mecânica associados a movimentos. Fato que reforça a ideia da necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas, com o *kit* LEGO Mindstorms®, como objeto de estudo.

A característica de conseguir atrair mais atenção do que o conteúdo formal é revelada nos achados dessa pesquisa, os quais mostraram que o interesse maior estava no aprender robótica e não no aprender Física, ou seja, a Física só fazia parte do processo de aprendizado da robótica e por isso, como observado várias vezes nas aulas, os alunos preferiam resolver desafios por tentativa e erro a resolver, fundamentando em conceitos teóricos.

Diante disso, sugere-se o uso da tecnologia em aulas extracurriculares, nas quais o aluno vai aplicar conteúdos que já lhes foram apresentado com o sentido de aprender robótica. Procedimento esse que pode colocar os conceitos de Física e Matemática no lugar de objetivo da ação realizada por eles. Fato esse que, conforme a Teoria da Atividade possibilitará a conscientização do conteúdo pelos alunos.

Como última parada da jornada, destaca-se que em razão dos resultados apresentados, os episódios de ensino desenvolvidos e executados, durante a pesquisa e presente no produto, configuram-se como um material que pode produzir resultados positivos, quando utilizados para direcionar o uso de aulas de robótica.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLI, R.M. **Robótica e as transformações geométricas: um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ALMEIDA, F.L. **LEGO® EDUCATION: um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- ALVES, C. G. M.; DEL PINO, J. C. A atuação dos IFs frente ao Sistema Nacional de Pós-Graduação: um comparativo entre 2008-2014. **HOLOS (Natal. On-line)** v. 5, p. 379-400, 2015.
- ARAÚJO, C. A. P.; RICARDO, J.; MAFRA, S. **Robótica e educação: ensaios teóricos e práticas experimentais**. Curitiba: Editora CRV, 2015.
- ASBAHR, F. da S. F. **Sentido pessoal e projeto político pedagógico: análise da atividade pedagógica a partir da psicologia histórico-cultural**. 2005. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ASBAHR, F. da S.F. Sentido social e atividade de estudo: uma revisão teórica. **Revista da Associação Brasileira de Psicologia Escolar**, v.18, v.2, p.265-272, Maio/Agosto, 2014.
- BARBOSA, F.C. **Educação e Robótica Educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- BENITTI, F. B. V.; VAHLICK, A.; URBAN D. L.; KRUEGER M. L.; HALMA A. Experimentação com robótica educativa no ensino médio: ambiente de atividades e resultados. In: Workshop sobre informática na Escola, **Anais eletrônicos Workshop sobre informática na Escola**. Bento Gonçalves: UFRGS, 2009.
- BIRHL, R. **Robótica Educacional: um recurso para introduzir o estudo da física no ensino fundamental**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) Programa de Pós Graduação Mestrado em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.
- BRAZ, L.G. **Potencializando a criatividade e a socialização: Um arcabouço para o uso da Robótica Educacional em diferentes realidades educacionais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.
- BRASIL. **Avaliação da CAPES aponta crescimento das pós-graduações brasileiras**, Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.capes.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/8558-avaliacao-da-capes-aponta-crescimento-da-pos-graduacao-brasileira>. Acesso 10 de nov. 2018.
- CABRAL, C.P. **Robótica Educacional e resolução de problemas: Uma abordagem Micro genética da construção do conhecimento**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CASTRO, V.G. **RoboEduc: especificação de um software educacional para ensino da Robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital**.2008. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal,2008.

CAMPOS, F.R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CAVALCANTI, B.; NOBREGA, B.; CAMPOS, L. Educação brasileira e seu investimento após o teto de gasto. São Paulo, 2018. Disponível em > <http://paineira.usp.br/brasileira-seu-investimemto-teto-gastos>.Acesso em: 15 mar.18.

CENCI, A. **Inclusão é uma utopia: possibilidades e limites para a inclusão nos anos finais do ensino fundamental – intervenção e interpretação a partir da Teoria Histórico-Cultural da Atividade**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

CHITOLINA, R. **O LEGO® como ferramenta educacional no aprendizado de ciências naturais nas séries finais do ensino fundamental Santo Ângelo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo, Santo Ângelo, 2014.

COLL, César; MONEREO, Carles. Educação e aprendizagem no século XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. In: COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e educação**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 15-45.

COSTA, F.A. Razões para o franco uso dos computadores na escola. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.4, n.2, p.35-47, maio/ago.2004.

CUBA, R.S. Aprendizado, encontros com amigos e trolação: os significados da escola para os jovens estudantes das camadas médias. **História e Cultura**, Franca v.4,n.2.p.65-84, set. 2015.

CUCH, L.R. **Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de Robótica Educacional no ensino médio de escolas públicas do município de porto união – SC**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Novas Tecnologias)- Centro Universitário Internacional, Curitiba,2018.

CYSNEIROS, P. G. Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora? **Informática Educativa**, n. 1, v. 1, p. 11-24.1999.

DAMIANI, M.F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. In: XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, 2012, **Anais XVI ENDIPE**. Campinas: Unicamp, 2012.

DAMIANI, M.F. ROCHEFORT, R.S. CASTRO, R.F. DARIZ, M.R. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Caderno de Educação UFPel**,v.45,p.57-67,maio/agosto.2013.

DAHER, D. C. Quando informar é gerenciar conflitos: a entrevista como estratégia metodológica. **The Specialist**, v. 19, n. especial, p. 287-303,1998.

DANIELS, H. **Vygotsky & a pedagogia**. Tradução Milton Camargo Mota. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

DINIZ, R. A. N. **A Utilização da Robótica Educacional LEGO® e suas contribuições para o ensino de Física**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

DIOGO, R.C. **Formação continuada de professores e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação: o percurso de uma intervenção formativa**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2016.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, p.44-63, abr. 2004.

ENGELHARDT, P. V.;CORPUZ, E. G., OZIMEK, D. J.; REBELLO, N. S.The Teaching Experiment - What it is and what it isn't. Paper presented at the Physics. In: **Education Research Conference**, Madison: WI. Kansas State University,2003.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by Expanding: An Activity - Theoretical Approach to Developmental Research**. Helsinki: Orienta-konsultit, 1987. 269 p. Versão digital disponibilizada por Laboratory of Comparative Human Cognition da Universidade da Califórnia, San Diego. Disponível em: <<http://lchc.ucsd.edu/mca/Paper/Engestrom/>>. Acesso em: 03 out. 2015.

FEITOSA, J. G. (org). **Manual didático pedagógico**. 1ª ed. Curitiba – PR: Zoom Editora Educacional, 2013.

FERNANDES, M. S. S. Grupo de discussão e entrevista coletiva: a construção de dispositivos metodológicos em uma pesquisa discursiva. **Revista Abehache (on line)**. v. 1 n. 6, p. 186-206, mar. 2014.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre : Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FORNAZA, R. **Robótica educacional aplicada ao ensino de física Caxias do Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

FORTES, R.M. **Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

GALVÃO, M.A. **SIMULEGO: um ambiente de simulação para Robótica Educacional**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

GAMBOA, S. S. **Projetos de pesquisa, fundamentos lógicos: a dialética entre perguntas e respostas**. Chapecó: Argos, 2013.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esportes. **Diretrizes Operacionais da Rede Pública Estadual de Ensino de Goiás 2016/2017**. Goiânia, v.12016,1-189.

GOMES, P.N.N. **A Robótica Educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

KANTOWSKI, M. G. The Teaching Experiment and Soviet Studies of Problem Solving. In: HATFIELD, L. L.; BRADBARD, D. A. **Mathematical Problem Solving: Papers from a Research Workshop**. Columbus: Editora Eric, 1978.

KIERAN, C. **An analysis of the processes used in solving algebraic equations and determining their equivalence in the early stages of learning**. 1987. Tese (Doutorado) Department of Educational Psychology and Counselling, Faculty of Graduate Studies and Research, McGill University, Montreal, 1987.

LABEGALINI, A.C. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do LEGO/robótica na sala de aula**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LEGO GROUP. **Guia do Usuário LEGO Mindstorms EV3**, 2013.

LEITÃO, R.L. **A dança dos robôs: qual a matemática que emerge durante uma atividade lúdica com robótica educacional?**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós Graduação em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010.

LEONTIEV, A.N. Atividade e Consciência. **Voprosy Filosofii**, n.12,p.129-140,1972.

LEONTIEV, A.N. **Actividad, consciencia y personalidad**. Buenos Aires: Ediciones Ciencias del Hombre, 1978a.

LEONTIEV, A.N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978b.

LIMA, F.R.M. **LEGO® ZOOM: ferramenta para obtenção de dados experimentais na física para o ensino fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

LIMA, J.R.T. **Um estudo do uso de conceitos físicos aprendidos em sala de aula utilizando Robótica Pedagógica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L. A vida e a obra do psicólogo da atividade. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. **Ensino Desenvolvimento: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: EDUFU, 2013,67-110.

MAFFI, C. **Inserção da Robótica Educacional nas aulas de Matemática: desafios e possibilidades**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MALIUK, K.D. **Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARCONI, A.M. LAKATUS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**: São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, E.F. **Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem Matemática?** 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MARX, K. Processo de trabalho e processo de valorização. In: Marx, K. **O capital**: critica da economia política. Livro I. Tradução: Regis Barbosa e Flávio R. Koth, 2.ed. São Paulo: Nova Cultural. 1996. p. 297-316.

MESQUITA, J.S.N. **A Prática Docente e a Robótica Educacional: Caminhos para uma Estreita Relação entre Tecnologia e o Ensino de Ciências**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências e matemática) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2015.

MOLINA, M., CASTRO, E., CASTRO, E. Teaching experiments within design research. **The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences**, 2(4), 435-440, 2003.

MORAES, M.C. **Robótica Educacional: Socializando e Produzindo Conhecimentos Matemáticos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MOREIRA, L.R. **Robótica Educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo Construcionista**. 2016. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2016.

NASCIMENTO, G.M. **Uso da Robótica no ensino de proporção aos alunos do Ensino Fundamental II**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2012.

OLIVEIRA G.S. et al. Análise comparativa entre os kits proprietários e de robótica livre tendo como parâmetro o seu custo e características de ensino. In: XXI Encontro Educacional de Engenharia de Produção, **Anais do XXI Encontro Educacional de Engenharia de Produção**. Belo Horizonte, 2001.

PEIXOTO, J. Alguns mitos sobre a tecnologia e a inovação pedagógica In: SILVA, F. C. T. T.; KASSAR, M. C. M. (Orgs.) **Escrita da pesquisa em educação no centro-oeste**. Campo Grande: Editor Oeste, 2012. p. 135-145.

PEREIRA, E.E.O. **Casa adaptada a cadeirantes: um desafio didático para o ensino a superdotados**. 2015. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Inclusão) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2015.

PIO, J. L. S.; CASTRO, T. H C.; CASTRO JUNIOR, A. N. A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem de Computação. In: XVII Simpósio Brasileiro de Apoio à Aprendizagem de Computação, **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** Brasília: UNB, 2006. p. 197-206.

REY, F.G. As categorias de sentido, sentido pessoal e sentido subjetivo:sua evolução e diferenciação na teoria histórico-cultural. *Psicologia da Educação*, São Paulo,v.24,p.155-179, jan/jun.2007.

ROCHEFOR, R. S. **Ensinar a ensinar... Aprender para ensinar! A formação inicial em Educação Física e o aprender a ser professor na perspectiva das Teorias Histórico-Cultural e da Atividade**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

RODRIGUES, N.S. **Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2015.

SANCHO, J. M. Tecnologias da informação e comunicação a recursos educativos. In: SANCHO, J. M. et al. **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: ARTMED. 2006, p. 15-41.

SANTANA, M.R.P. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas: “trabalhando” com ciência e tecnologia**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

SANTOS, M.E. **Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com Robótica Educacional**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 24º ed. São Paulo: Cortez, 2016.

STEFFE, L. P., THOMPSON, P. W. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In: LESH, R., KELLY, A. E. **Research design in mathematics and science education**, 2000.p.267-307.

SILVA, A.F. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, A.F. **Uma proposta de sequência didática para o ensino da Cinemática Através Da Robótica Educacional**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.

SILVA, M.V. **Robótica Educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no Ensino Médio**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2017.

SHIVANI, M.; BROCKINGTON, G. PIETROCOLA, M. Aplicações da robótica no ensino de física: análise numa perspectiva praxeológica. **Journal of Science Educacion**, v.14, p. 32-36, 2013.

SHIVANI, M. **Contextualização no Ensino de Física à Luz da Teoria Antropológica do Didático: O Caso da Robótica Educacional**. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

STOPPA, M.H. A robótica educacional em experimentos elementares da física. **Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, Juiz de Fora, v.14, n.1, p. 115 - 124, jan./jun. 2012.

TORRES, C. **A tecnologia da informação no ensino: proposta de utilização da robótica como recurso didático no ensino de física**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987.

ZANATTA, R.P.P. **A Robótica educacional como ferramenta metodológica no processo de ensino e aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental**. 2013. Dissertação (Mestrado)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa “O SENTIDO QUE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO ATRIBUEM ÀS ATIVIDADES DE ENSINO MEDIADAS POR ROBÓTICA EDUCACIONAL” sob a responsabilidade do pesquisador Vagner Lucio Paulino.

Nesta pesquisa, o pesquisador pretende investigar os sentidos que alunos, do ensino médio da escola estadual de período integral José Feliciano Ferreira, atribuem às atividades de ensino que utilizam robótica como material didático.

A pesquisa sobre esse tema justifica-se pela busca por argumentos que demonstrem a capacidade que esse tipo de tecnologia possui em contribuir com o desenvolvimento intelectual do aluno e assim, evidenciar a importância da presença da robótica nas salas de aula da rede pública de educação.

O menor fará parte de um grupo de vinte alunos que utilizarão, em aulas ofertadas no primeiro semestre de 2018, conceitos de Física e Matemática na montagem e programação de robôs desenvolvidos, com fins educacionais, pela empresa LEGO®. Durante a participação na pesquisa, o aluno responderá a um questionário para caracterização socioeconômica, uma entrevista em grupo sobre o desenvolvimento da eletiva e registrará em um caderno de registros os fatos que considerar mais interessantes, o que aprendeu e a avaliação de cada aula. Todas as aulas serão gravadas integralmente em áudio e vídeo, para que o pesquisador tenha condições de realizar uma análise detalhada do desenvolvimento das atividades da pesquisa.

Para participar desta pesquisa, o menor não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados custos, para o menor, provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele será esclarecido em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O(A) Sr.(a), como responsável legal pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação do menor é voluntária e a recusa não trará prejuízos na relação dele com o pesquisador ou com a instituição em que ele estuda. As informações prestadas pelo aluno serão despersonalizadas e a manipulação dos dados obtidos na pesquisa será realizada exclusivamente pelo pesquisador, para que seja assegurado o anonimato dos participantes em publicações dos resultados da pesquisa.

A pesquisa não traz complicações legais ao participante e nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à dignidade deles.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando ela for finalizada. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável, por um período de 5(cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será fornecida ao Sr.(a) e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável, ficando disponível para acesso, sempre que solicitado.

Termo

Eu, _____, portador (a) do documento de
Identidade _____, responsável pelo menor
_____, fui informado (a) dos objetivos do presente
estudo de maneira clara e detalhada, esclareci minhas dúvidas e consinto na sua participação
na pesquisa citada acima. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e
modificar a decisão do menor sob minha responsabilidade de participar, se assim o desejar.
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a
oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Jataí, _____ de _____ de 2018.

Assinatura do (a) Responsável

Nome do Pesquisador Responsável: Vagner Lucio Paulino
Endereço: Rua Riachuelo nº. 2090
CEP: 75804-020 / JATAÍ – GO
Fone: (64) 99699-4989
E-mail: vagner.web@gmail.com

APÊNDICE B – Termo de assentimento livre e esclarecido
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa “O SENTIDO QUE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO ATRIBUEM ÀS ATIVIDADES DE ENSINO MEDIADAS POR ROBÓTICA EDUCACIONAL” sob a responsabilidade do pesquisador Vagner Lucio Paulino.

Nesta pesquisa, o pesquisador pretende investigar os sentidos que alunos, do ensino médio da escola estadual de período integral José Feliciano Ferreira, atribuem às atividades de ensino que utilizam robótica como material didático.

A pesquisa sobre esse tema justifica-se pela busca por argumentos que demonstrem a capacidade que esse tipo de tecnologia possui em contribuir com o desenvolvimento intelectual do aluno e assim, evidenciar a importância da presença da robótica nas salas de aula da rede pública de educação.

Você fará parte de um grupo de vinte alunos que utilizarão, em aulas ofertadas no primeiro semestre de 2018, conceitos de Física e Matemática na montagem e programação de robôs desenvolvidos, com fins educacionais, pela empresa LEGO®. Durante a sua participação na pesquisa, você responderá um questionário para caracterização socioeconômica, participará de uma entrevista em grupo sobre o desenvolvimento da eletiva e registrará em um caderno de registros os fatos que considerou mais interessantes, o que aprendeu e a sua avaliação de cada aula. Todas as aulas serão gravadas integralmente em áudio e vídeo, para que o pesquisador tenha condições de realizar uma análise detalhada do desenvolvimento das atividades da pesquisa.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados custos, para o menor, provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Você será esclarecido em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O responsável legal por você poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não trará prejuízos na sua relação com o pesquisador ou com a instituição em que você estuda. As informações prestadas por você serão despersonificadas e a manipulação dos dados obtidos na pesquisa será realizada exclusivamente pelo pesquisador, para que seja assegurado o anonimato dos participantes em publicações dos resultados da pesquisa.

A pesquisa não traz complicações legais ao participante (você ou aos seus responsáveis) e nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando ela for finalizada. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável, por um período de 5(cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será fornecida a você e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável ficando disponível para acesso, sempre que solicitado.

Termo

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Jataí, _____ de _____ de 2018.

Assinatura do menor

Nome do Pesquisador Responsável: Vagner Lucio Paulino
Endereço: Rua Riachuelo nº. 2090
CEP: 75804-020 / JATAÍ – GO
Fone: (64) 99699-4989
E-mail: vagner.web@gmail.com

APÊNDICE C – Questionário inicial

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ Sexo: () feminino () masculino

Idade: _____ Série que estuda: _____

Quanto à cor, como você se autodeclara?

() branco () negro () amarelo () pardo () indígena

Em qual Bairro você mora? _____

Você mora em casa:

() Própria () Financiada () Alugada () Cedida

Atualmente, você mora com:

() O Pai () Sozinho
 () A Mãe () O Tio
 () O Padrasto () A Tia
 () A Madrasta () Irmãos. Quantos? _____
 () A Avó () Outra pessoa. Quem? _____
 () O Avô

Qual a renda mensal total das pessoas que moram com você?

() Inferior a R\$ 954,00 (1 salário mínimo)
 () Entre R\$ 955,00 e R\$ 2.862,00 (de 1 a 3 salários mínimos)
 () Entre R\$ 2.863,00 e R\$ 4.770,00 (de 3 a 5 salários mínimos)
 () Entre R\$ 4.771,00 e R\$ 9.540,00 (de 5 a 10 salários mínimos)
 () Superior a R\$ R\$ 9.540,00 (acima de 10 salários mínimos)

Qual a escolaridade das pessoas que moram com você?

Residente	Idade (anos)	Nível de escolaridade	Situação escolar	
			Estuda	Não estuda
			()	()
			()	()
			()	()
			()	()

Com que idade você começou estudar? _____

Qual o tipo de escola que você estudou?

Educação infantil	() Não lembro	() Pública	() Particular	() Conveniada
Ensino Fundamental 1	() Não lembro	() Pública Séries:	() Particular Séries:	() Conveniada Séries:
Ensino Fundamental 2	() Não lembro	() Pública Séries:	() Particular Séries:	() Conveniada Séries:
Ensino Médio	() Não lembro	() Pública Séries:	() Particular Séries:	() Conveniada Séries:

Você já foi reprovado?

Ensino Fundamental 2 (6º ao 9º ano)	() Não	() Sim	Série:
Ensino Médio	() Não	() Sim	Série:

Quem escolheu o José Feliciano para você estudar?

() Você mesmo () Pai/mãe () Avô/avó () Outro. Especifique: _____

Por que da escolha do CEPI José Feliciano?

Se você pudesse, trocaria de escola? Por quê?

Você gosta de vir para a escola? Dê três motivos.

() Sim () Não

1º: _____

2º: _____

3º: _____

Você considera importante o que aprende na escola? Dê 3 motivos.

() Sim () Não

1º: _____

2º: _____

3º: _____

O que você mais gosta na escola? Faça três indicações

1º: _____

2º: _____

3º: _____

O que você menos gosta na escola? Faça três indicações

1º: _____

2º: _____

3º: _____

Por que escolheu participar de eletiva de Robótica?

APÊNDICE D – Questionário de encerramento da eletiva

Nome: _____

1- Em relação as suas expectativas iniciais a eletiva

() frustrou () superou () não tinha expectativas

2- Cite 3 pontos positivos da eletiva:

I- _____

II- _____

III- _____

3- Cite 3 pontos negativos da eletiva:

I- _____

II- _____

III- _____

4- Você se sentiu à vontade para participar das aulas fazendo perguntas ou elaborando respostas?

() nunca () às vezes () sempre

5- Qual foi o grau de dificuldade da disciplina?

() Baixo () Razoável () Alto

6- Seu grau de entendimento das atividades realizadas foi:

() Baixo – entendi pouca coisa

() Razoável – entendi a maioria das coisas

() Alto – entendi praticamente tudo

O que mais dificultou/facilitou o seu entendimento?

7- Você julga que o seu aprendizado na disciplina foi:

() Baixo – não consigo reaplicar o que foi trabalhado

() Razoável – consigo reaplicar algumas coisas do que foi abordado

() Alto – consigo reaplicar a maioria das coisas que foram abordadas

8- Durante a disciplina, o seu esforço foi:

() Baixo – não me envolvia com as atividades

() Razoável – me envolvia algumas vezes com as atividades

() Alto – sempre estava envolvido com as atividades

Por qual motivo você teve esse grau de envolvimento?

9- O que você mais aprendeu durante as aulas?

() Conceitos de Física

() Conceitos de Matemática

() Programação dos Robôs

() Montagem dos Robôs

10- Qual o conceito de física ou matemática você mais gostou de estudar nas aulas de robótica? Por qual motivo?

11- Após cursar a eletiva, seu interesse por robótica:

() aumentou () diminuiu () não mudou

12- Após cursar a eletiva, seu interesse por Física:

() aumentou () diminuiu () não mudou

13- Após cursar a eletiva, seu interesse por Matemática:

() aumentou () diminuiu () não mudou

14- Na minha formação pessoal, a contribuição da eletiva foi:

() significativa () razoável () pouca () nenhuma

15- Na minha formação acadêmica, a contribuição da eletiva foi:

() significativa () razoável () pouca () nenhuma

16- Qual a principal contribuição da eletiva na sua formação pessoal/acadêmica?

17- Você tem interesse em participar de mais aulas de robótica

() sim () não

Se sim em que contexto?

() como eletiva () como clube () como prática de laboratório () em qualquer um

18- Coloque em ordem crescente de preferência, as atividades que você participou durante esse semestre escolar.

A	Aula regular	B	Clube	C	Eletiva	D	Estudo orientado
E	Prática de laboratório	F	Projeto de vida	G	Provas de bloco	H	Simulado

Mais gostou

Menos gostou

--	--	--	--	--	--	--	--

19- Participar da eletiva me motivou estudar para outras disciplinas? Para quais?

20- Complete a seguinte frase:

Ter aulas de robótica na escola foi importante porque _____

21- Qual o principal diferencial entre as aulas de robótica e as aulas das disciplinas curriculares?

22- Fique a vontade para acrescentar alguma outra observação sobre a eletiva.

APENDICE E – ROTEIRO PARA ENTREVISTA EM GRUPO

Bloco temático		
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
O interesse em participar da eletiva.	Experiências vivenciadas na eletiva.	A robótica e a escola
Objetivos		
Levantar informações sobre o desejo do aluno em participar da eletiva.	Investigar como o aluno vivencia as tarefas na sala de aula de robótica.	Verificar os reflexos das aulas de robótica no dia a dia dos alunos na escola.
Conjecturas		
Explicação da escolha pela eletiva de robótica. Descrição das expectativas sobre a eletiva.	Relato do que agrada e o que desagrada nas aulas assim como as dificuldades encontradas. Relato do envolvimento no decorrer da eletiva Relato do que foi aprendido durante as aulas	Ocorrência de mudança no comportamento dos alunos Contribuição das aulas na formação escolar dos alunos Percepção sobre as contribuições das aulas de robótica
Questões		
Por qual motivo você escolheu a eletiva de robótica? Qual o tipo de aprendizagem esperava alcançar ao participar da disciplina? Pensou em mudar de eletiva? Por quê?	O que é bom e o que é ruim nas aulas de robótica? Justifique. Como esses aspectos bons e ruins influenciam sua participação nas aulas? O que você aprendeu até agora com a disciplina? O que tem sido mais importante aprender nas aulas, os conceitos de física e matemática ou a montagem e operação dos robôs? Por quê? Você vem motivado e determinado a se envolver com as tarefas propostas na aula? Explique. Como você analisa a sua participação na disciplina? Justifique. Alguns colegas de vocês acabaram desistindo da	Indicaria a disciplina para outros colegas? Utilizaria qual argumento? Pense sobre a sua postura nas aulas de robótica e a sua postura nas aulas de outras disciplinas, você percebe alguma diferença? Por qual motivo? Houve alguma mudança em você, depois que passou a frequentar a disciplina de robótica? Explique. De que forma as aulas de robótica tem contribuído com a sua formação escolar? Aulas de robótica enriquecem o currículo escolar. Porque você concorda ou discorda dessa afirmação? Aulas de robótica são melhores do que as aulas de

	disciplina de robótica. Por que você acha que eles desistiram? Por que você não desistiu?	outros assuntos. Porque você concorda ou discorda dessa afirmação? A presença permanente das aulas de robótica na escola despertaria interesse contínuo dos alunos? Por qual motivo?
--	---	--

PRODUTO

ROVER
FOR LEARNING

A robótica como artefato de ensino

VAGNER LÚCIO PAULINO
RODRIGO CLAUDINO DIOGO

ROVER FOR LEARNING: A ROBÓTICA COMO ARTEFATO DE ENSINO

Produto educacional vinculado à dissertação “O sentido que alunos do ensino médio atribuem à atividades de ensino mediadas por robótica educacional”.

Apoio Financeiro:



JATAÍ
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

PAU/rov	Paulino, Vagner Lúcio. <i>Rover For Learning</i>: a robótica como artefato de ensino: Produto educacional vinculado à dissertação “O sentido que alunos do ensino médio atribuem à atividades de ensino mediadas por robótica educacional” [manuscrito] / Vagner Lúcio Paulino. -- 2019. 23 f.; il. Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo. Produto Educacional (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2019. Bibliografias. 1. Robótica educacional. 2. Sentido da escola. 3. Educação básica. 4. Perspectiva histórico-cultural. 5. Intervenção pedagógica. I. Diogo, Rodrigo Claudino. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título. CDD 371.334
---------	--

APRESENTAÇÃO

Transpor práticas de ensino tradicionais e adotar novas práticas de ensino não é um processo trivial na atividade docente, isso porque fazer o tradicional sempre é mais fácil é cômodo. Essa mudança se revela ainda mais complexa quando as novas propostas pedagógicas envolvem tecnologias digitais, pois nem sempre o professor tem habilidade e conhecimento técnico suficientes para contornar as dificuldades que vão surgindo no decorrer do processo.

Essa transposição não é uma jornada para ser enfrentada sozinho. Para ter uma maior chance de êxito no propósito de “modernização” da sua aula, o professor vai precisar inteirar-se sobre o que tem sido desenvolvido a esse respeito. O acesso aos resultados de propostas implementadas por outros professores auxiliam na tomada de decisão sobre os procedimentos que serão seguidos para que a nova prática traga resultados efetivos à formação dos alunos.

É de acordo com essa perspectiva que esse produto foi elaborado. Ele é o resultado de minha pesquisa, sobre o uso de robótica na sala de aula, no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática-PPGECM do Instituto Federal de Goiás Campus Jataí. Na referida pesquisa, o *kit* LEGO Mindstorms EV3 modelo 45544 foi utilizado como artefato de ensino para mediar a aprendizagem de conceitos da disciplina de Física e Matemática com o objetivo de compreender os sentidos atribuídos pelos alunos a atividades de ensino que utilizam a robótica pedagógica.

Para atingir os objetivos da pesquisa foram desenvolvidos quatro episódios de ensino para serem desenvolvidos com alunos do ensino médio, os quais estão descritos nessa versão impressa do produto. Além das orientações necessárias para o desenvolvimento dos quatro episódios, também compões essa versão do produto seis opções de montagem que podem ser utilizadas nos episódios.

No entanto, como o produto foi desenvolvido para ser dinâmico e ir se expandindo a medida que novas propostas forem implementadas, há uma versão online disponível para acesso no endereço www.vagnerpaulino.com/robotica. Nessa versão, além dos episódios de ensino disponíveis aqui, é possível ter acesso as orientações de montagem dos seis modelos sugeridos na versão impressa, aos vídeos de contextualização de cada aula e a uma sessão de *downloads* na qual é possível baixar outras propostas de ensino desenvolvidas pela LEGO education, o software de programação dos robôs e o Lego Digital Designer para a montagem virtual de protótipos.

Espero que esse material e o conteúdo online seja de grande serventia para o enriquecimento de aulas de Física e Matemática e que proporcione novas experiências de aprendizagem a alunos tecnológicos.

O PRODUTO

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO.....	página 4
PROTÓTIPOS SUGERIDOS.....	página 5
SOBRE EPISÓDIOS DE ENSINO.....	página 6
EPISÓDIO DE ENSINO NO LIMITE.....	página 7
EPISÓDIO DE ENSINO VELOCIDADE CONTROLADA.....	página 11
EPISÓDIO DE ENSINO CORRIDA DE ARRANCADAS.....	página 16
EPISÓDIO DE ENSINO CABO DE GUERRA.....	página 20

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

HARDWARE

Computadores

Versão: Desktop ou Notebook

Processador: Dual core 2.0 GHz (mínimo)

Memória: 2GB de RAM (mínimo)

Espaço disponível no HD: 2GB (mínimo)

Conexão disponível: USB ou bluetooth®

Sistema operacional: Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8.1, Windows 10 (32/64 bit)
com o último service pack.

Kit de Robótica

Modelo: LEGO Mindstorms EV3

Versão: Educacional 45544

SOFTWARE

LEGO EV3 software

Versão: 1.4.2

Idioma: Português

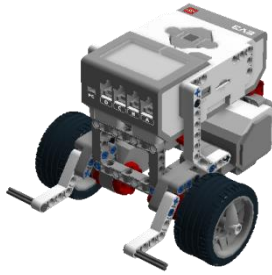
Link para download: <https://www.vagnerpaulino.com/roboticdownloads>

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Cronômetros

Trenas

PROTÓTIPOS SUGERIDOS

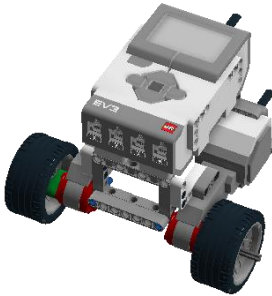


Rover FL1

Link com Instruções de Montagem:

https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_df1be92baa2e4b42a3770f146d37d446.pdf

Observação: Protótipo que demanda muito tempo para montagem.



Rover FL2

Link com Instruções de Montagem:

https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_1b93e963a3854fb1869f4f0e5f648608.pdf



Rover FL3

Link com Instruções de Montagem:

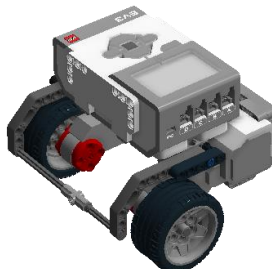
https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_57570431dd4b41c4a0675764a77e060a.pdf



Rover FL4

Link com Instruções de Montagem:

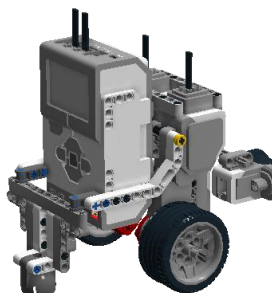
https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_ea85075546fe424080e93a3a258bf202.pdf



Rover FL5

Link com Instruções de Montagem:

https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_b1a661357e5a43ee8cf5c91ef0692c60.pdf



Rover FL5

Link com Instruções de Montagem:

https://docs.wixstatic.com/ugd/2f967e_cb382de14ad04dc6aab9d8f73ac0924b.pdf

SOBRE EPISÓDIOS DE ENSINO

O episódio de ensino é um componente da metodologia de pesquisa em educação chamada de experimento de ensino (os outros dois componentes são modelagem e entrevista em grupo). Normalmente, os experimentos de ensino são constituídos por uma sequência de episódios de ensinos que possibilitem que todos os participantes interajam entre si e como o material utilizado no estudo.

O experimento de ensino foi utilizado pela primeira vez, como metodologia de pesquisa, por Menchinskaya na União Soviética na década de 50 (Kieran, 1987) e desde então não é uma metodologia padronizada, embora o seu conceito básico tenha permanecido inalterado, ele tem assumido diferentes formas, pois, pesquisadores passaram a adaptar o experimento de ensino soviético às suas necessidades de investigação (Kieran, 1987). Assim ele se tornou uma ferramenta exploratória conceitual usada por pesquisadores na organização de suas atividades de pesquisa no ensino. (Steffe; Thompson, 2000).

Os quatro episódios de ensino que compõem esse produto foram desenvolvidos fundamentados na proposta de Engelhardt et. al (2004). Nessa proposta, cada episódio de ensino é composto por um ciclo de aprendizagem que por sua vez possui três fases:

- **Fase de exploração:** Os alunos utilizam seus conhecimentos prévios para realizar uma atividade prática que envolve aplicação de conceitos relacionados a uma disciplina do currículo. No caso deste produto, as disciplinas do currículo são Física e Matemática.

- **Fase de Introdução do conceito:** O professor propõe aos alunos a socialização das hipóteses testadas e dos resultados obtidos durante a fase anterior. Após esse momento, o professor faz a apresentação do conceito envolvido na atividade fundamentando neles os resultados obtidos pelos alunos na fase anterior.

- **Fase de Aplicação do conceito:** Nessa fase os alunos aplicam os conceitos abordados na fase anterior enquanto realizam uma nova atividade prática proposta pelo professor.

Como forma de contextualização das propostas desenvolvidas, todos os episódios de ensino utiliza um vídeo, de poucos minutos, para contextualizar a atividade que os alunos vão desenvolver com alguma situação da vida cotidiana das pessoas.

EPISÓDIO DE ENSINO NO LIMITE

CONTEÚDO CURRICULAR:

- Relações métricas da circunferência

ROVER COMPATÍVEL:

Modelo:

FL2, FL3, FL5 ou FL6.

Tempo médio de montagem:

Vinte e cinco minutos.

VÍDEO DE CONTEXTUALIZAÇÃO:

O vídeo apresenta jogadores praticando a Bocha, jogo de estratégia e precisão no qual ganha mais pontos o jogador que colocar a maior quantidade de bolas arremessadas próximas do bolinho (bola de tamanho menor)

- Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=d0ijaKlzjiw>

OS CICLOS DE APREDIZAGEM:

VISÃO GERAL:

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar as relações métricas do círculo, fazendo com que o jipe robô saia de cima de uma linha e pare sobre outra a uma determinada distância.	Explorar o entendimento dos alunos sobre perímetro de círculos, auxiliando-os na compreensão da relação entre raio da roda e a distância percorrida por elas a cada rotação.
Introdução do conceito	Compreender os conceitos de raio, diâmetro, perímetro, graus, distância percorrida e relação entre eles durante o giro de uma roda.	Esclarecer as concepções prévias dos alunos acerca dos conceitos teóricos, evidenciando como o conhecimento científico auxilia na resolução da situação problema.
Aplicação do conceito	Aplicar o novo conhecimento para fazer o robô girar sobre seu eixo e movimentar-se dentro dos limites de uma pista retangular.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

1º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

Vinte e cinco minutos.

Proposta:

Os Alunos devem programar o Rover para que, partindo de um local predeterminado, pare com as rodas sobre uma linha, a uma distância conhecida do ponto de partida.

Orientações:

- Faça uma pista de prova para os alunos mostrarem que conseguiram cumprir a proposta. Essa pista pode ser feita no piso da sala utilizando fita crepe ou isolante. Evite deixar que os alunos a utilizem para testes, os testes são feitos na bancada de trabalho de acordo com a necessidade de cada grupo.
- O professor, ao invés de informar a distância entre a faixa de partida e a de chegada, pode pedir para que os alunos façam a medida da distância na pista de prova.
- Apenas auxilie os alunos em caso de dificuldades técnicas que possam surgir relacionadas à utilização do software de programação, é momento deles utilizarem o raciocínio e a criatividade para conseguir cumprir a proposta. Provavelmente eles tentarão encontrar a solução por tentativa e erro ou utilizando regra de três.
- Para resolver essa proposta os alunos só precisaram utilizar um dos blocos de programação dos motores.



Rover alinhado para percorrer a distância determinada

2º CICLO DE APRENDIZAGEM: INTRODUZINDO O CONCEITO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Orientações:

- Inicie o ciclo pedindo aos grupos que socializem como procederam para conseguir fazer o Rover para sobre a faixa estipulada.
- Esclareça aos alunos como medir o raio da roda e apresente a relação matemática entre o raio da roda e a distância percorrida em cada volta apontando que uma possível solução para o problema era dividir o comprimento da pista por essa distância para descobrir o número de voltas que a roda precisa fazer para que o Rover pare exatamente sobre a faixa de chegada.
- Comente sobre a possibilidade de resolver utilizando apenas proporção (regra de três). Nessa opção os alunos definem uma quantidade de voltas que a roda deve dar, mede a distância que ela percorre e depois, utilizando regra de três simples, descobrem quantas voltas a roda deve dar para parar sobre a faixa de chegada.

3º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

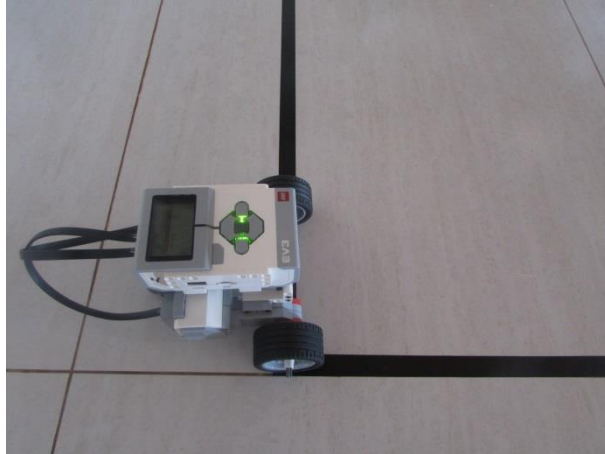
Vinte minutos.

Proposta:

Os alunos devem programar o Rover para que ele gire 90° sem sair do lugar, ou seja, gire sobre seu próprio eixo.

Orientações:

- É mais fácil cumprir a proposta mantendo uma roda do robô parada e fazendo a outra girar. Nesse caso o raio do círculo é a distância entre as duas rodas e a distância que a roda deve girar é igual a um quarto do perímetro da circunferência com o raio igual a essa distância.
- Como pontos de referência para analisar se o giro foi de 90°, faça um ângulo reto com fita crepe ou fita isolante e coloque o Rover com uma das rodas no vértice do ângulo.
- É normal que os alunos girem o Rover com a mão para descobrir quanto que a roda precisa rodar para fazer o Rover girar os 90°. Como é aconselhável não interferir nos procedimentos adotados pelos alunos para cumprir o desafio proposto, orienta-se explicar como chegar no mesmo resultado utilizando as relações métricas do círculo após os alunos cumprirem a atividade proposta.



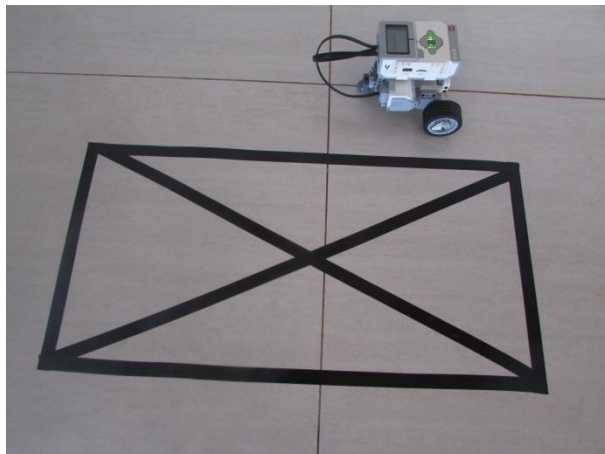
Rover alinhado para realizar giro de 90°

Proposta complementar:

- Os alunos deverão programar o Rover para que ele ande em um circuito fechado em forma de retângulo, onde os lados são conhecidos.

Orientações:

- É interessante não informar aos alunos que essa proposta é cumprida a partir da junção das duas propostas anteriores. Assim, é possível verificar se eles serão capazes de associar a essa proposta as aprendizagens desenvolvidas nas outras atividades práticas realizadas nesse episódio.
- O circuito fechado pode ser substituído por um objeto retangular no qual o Rover deve contornar mantendo uma distância constante.



Rover dando a volta em um retângulo

EPISÓDIO DE ENSINO VELOCIDADE CONTROLADA

CONTEÚDO CURRICULAR:

- Velocidade Média e velocidade instantânea

ROVER COMPATÍVEL:

Modelo:

FL2, FL3, FL5 ou FL6.

Tempo médio de montagem:

Vinte minutos

VÍDEO DE CONTEXTUALIZAÇÃO:

Os vídeos mostram o funcionamento de radares de dois tipos: Velocidade média e velocidade instantânea que serão os conceitos de Física abordados no episódio de ensino.

- Link do vídeo radar de velocidade média:

<https://www.youtube.com/watch?v=Y4L-MZfUdOM&feature=youtu.be>

- Link do vídeo radar de velocidade instantânea:

<https://www.youtube.com/watch?v=cSDifbB1hV0&feature=youtu.be>

OS CICLOS DE APREDIZAGEM:

VISÃO GERAL:

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar a relação matemática entre distância percorrida e tempo gasto para fazer com que o Rover percorra a distância determinada dentro do tempo estipulado.	Investigar se o conhecimento prévio, utilizado pelos alunos para resolver a atividade proposta, tem fundamentação em conhecimento científico.
Introdução do conceito	Assimilar o conceito de velocidade média e instantânea, diferenciando-os e compreendendo a sua unidade de medida.	Explicar que a relação matemática entre distância percorrida e tempo gasto diz respeito ao conceito de velocidade.
Aplicação do conceito	Empregar os conceitos abordados para fazer o veículo percorrer autonomamente uma via que possui radar de velocidade média e radar de velocidade instantânea sem ser multado.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

1º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

Trinta minutos

Proposta:

Os alunos devem programar o Rover para percorrer uma distância predeterminada pelo professor com velocidade média inferior a velocidade média estabelecida para o trecho.

Orientações:

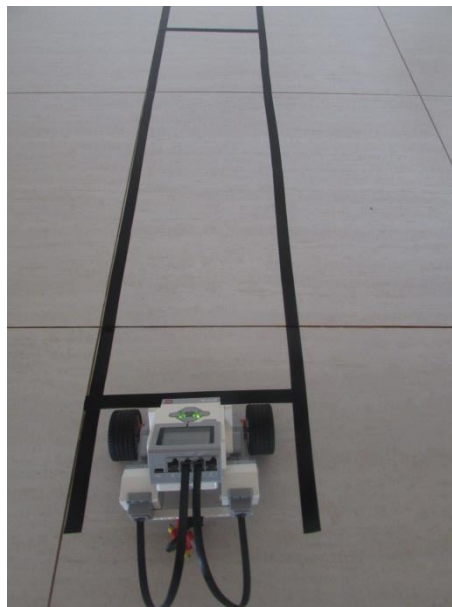
- O professor precisa informar aos alunos qual é o comprimento do trecho onde a velocidade é controlada pelo radar de velocidade média e qual é a velocidade média limite do Rover nessa distância. O professor também pode pedir para que os alunos façam a medida da distância na pista de prova.
- Para evitar que os alunos programem o Rover com velocidade muito abaixo da máxima permitida, estipule que a velocidade mínima permitida no trecho é a metade da velocidade máxima.
- Faça uma pista de prova para os alunos mostrarem que conseguiram cumprir a proposta. Essa pista pode ser feita no piso da sala utilizando fita crepe ou isolante. Evite deixar que os alunos a utilizem para testes, os testes são feitos na bancada de trabalho de acordo com a necessidade de cada grupo.
- Utilizar fita isolante em fundo branco (papel A0 ou placa de MDF com 1mx1m) para fazer a pista é uma boa opção.
- Definir a distância como um múltiplo inteiro da velocidade média limite ajuda os alunos na hora dos cálculos. Nas minhas práticas usei 1 metro para distância e 20 cm/s para velocidade média limite, assim todo Rover que gastasse menos de 5 segundos para andar por toda a pista era multado.
- Usar distância em centímetros e velocidade em centímetros por segundo evita a transformação de unidades, porém esse é um tema que os alunos sempre apresentam dificuldade e essa é uma boa oportunidade para abordar a temática.
- Para verificar se os alunos conseguiram cumprir a proposta pode-se utilizar um cronômetro manual para marcar o tempo gasto pelo Rover para percorrer a distância determinada e então, comparar essa medida com o valor obtido a partir da divisão do comprimento do trecho pela velocidade média limite. Outra opção é utilizar um *fotogate* para realizar a medida de tempo. Acesse o link e assista as orientações do Prof. Dr. Luciano Pedroso da Universidade Federal

dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) sobre como construir um *fotogate* de baixo custo. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=-aEvigNajXY>

- Sempre que os alunos pedirem ajuda, evite dar a resposta pronta, conduza-os para que eles descubram-na. Isso pode ser feito com exemplo semelhante ao que estão fazendo ou com análise do resultado das suas programações.
- Os alunos conseguem cumprir a proposta utilizando apenas um dos blocos de programação do motor.



Rover entrando no trecho da pista com velocidade controlada



Rover entrando no trecho da pista com velocidade controlada

2º CICLO DE APRENDIZAGEM: INTRODUZINDO O CONCEITO

Tempo previsto:

15 Minutos

Orientações:

- Inicie o ciclo pedindo aos grupos que socializem como procederam para cumprir a proposta ou sobre a dificuldade encontrada que os impossibilitou de cumprir a proposta.
- Procure utilizar durante a explanação dos conceitos exemplos retirados do trabalho dos grupos trabalhavam para cumprir a proposta.
- Realize junto com os alunos o cálculo da velocidade média do Rover para uma determinada potência. Faça com que seja uma atividade guiada para que os alunos apliquem o conceito de velocidade média como sendo a razão entre distância percorrida e tempo gasto.
- Encerre o ciclo solicitando aos grupos que não conseguiram cumprir a proposta anteriormente que o faça agora.

3º CICLO DE APRENDIZAGEM: APLICANDO O CONCEITO

Tempo previsto:

20 Minutos

Proposta:

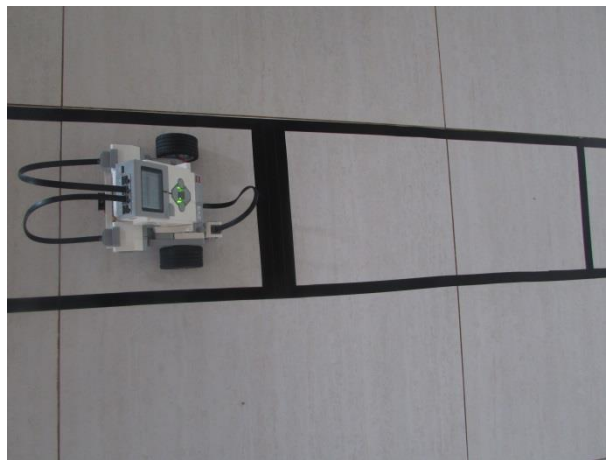
Programar o Rover para percorrer uma via onde há o radar de velocidade média e o radar de velocidade instantânea.

Orientações:

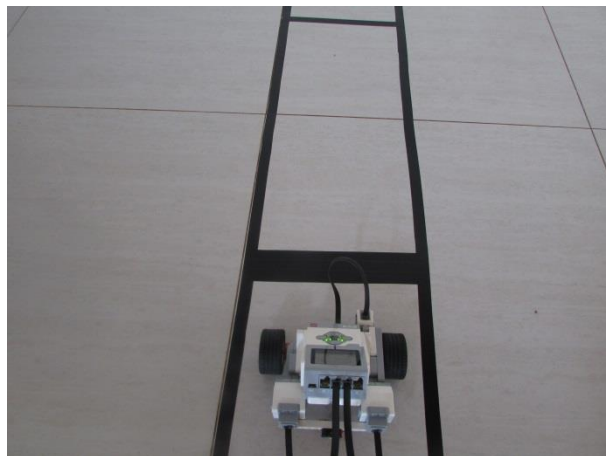
- Para essa proposta os alunos deverão incluir o sensor de cor no Rover, pois será ele o responsável por detectar o radar de velocidade instantânea.
- O Radar de velocidade instantânea deve ser “instalado” dentro do trecho controlado pelo radar de velocidade média.
- Use fita, isolante ou crepe, para representar o local onde o radar de velocidade instantânea está instalado, assim quando o sensor medir a mudança de cor da via ele vai enviar o comando que diminuirá a velocidade do Rover para o valor estabelecido. É importante que a cor da fita contraste com a cor da pista, caso contrário o sensor de cor não vai detectar o radar.
- Defina como velocidade limite do radar um valor inferior a metade da velocidade média máxima do trecho, pois assim se os alunos optarem por programar o Rover para percorrer todo o trecho com a velocidade que ele deve passar no radar de velocidade instantânea, ele

excederá o tempo máximo permitido porque estará com velocidade menor do que a metade da velocidade máxima.

- Para esse ciclo é interessante mudar comprimento da pista e velocidade média máxima permitida no local. Na minha prática a velocidade média limite do trecho passou a ser 15 cm/s, o trecho fiscalizado pelo radar de velocidade média passou a ter 1,2 m de comprimento e a velocidade limite no radar de velocidade média foi de 5 cm/s.
- Para cumprir essa proposta os alunos precisarão utilizar o bloco de comutação na opção sensor de cor com a função comparar cor selecionada e então, incluir os blocos de movimento dentro das opções de comutação.



Rover passando pelo trecho de velocidade instantânea na pista com velocidade controlada



Rover passando pelo trecho de velocidade instantânea na pista com velocidade controlada

EPISÓDIO DE ENSINO CORRIDA DE ARRANCADAS

CONTEÚDO CURRICULAR:

- Acoplamento de movimentos circulares

ROVER COMPATÍVEL:

Modelo:

FL4

Tempo médio de montagem:

Vinte e cinco minutos.

VÍDEO DE CONTEXTUALIZAÇÃO:

O vídeo mostra dois carros participando de uma prova de arrancada e servirá como motivação para os alunos realizarem a proposta do primeiro ciclo de aprendizagem.

- Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=9UVxtRL32Nc&feature=youtu.be>

OS CICLOS DE APREDIZAGEM:

VISÃO GERAL:

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar o acoplamento de engrenagens para aumentar a velocidade de deslocamento do Rover.	Explorar o conhecimento de senso comum dos alunos acerca do funcionamento das marchas em carros e bicicletas, para que eles desenvolvam conhecimento científico sobre o acoplamento de engrenagens.
Introdução do conceito	Correlacionar as abordagens teóricas do acoplamento de movimento circulares com aplicações práticas da teoria	Mostrar a fundamentação teórica do funcionamento de engrenagens e polias acopladas, relacionando velocidade de borda com velocidade angular e frequência de rotação do eixo.
Aplicação do conceito	Aplicar o novo conhecimento para fazer com que o Rover pare sobre uma linha, com determinada distância do ponto de partida, no menor tempo possível.	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

1º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Proposta:

Os Alunos devem programar o Rover para disputar uma corrida de arrancada.

Orientações:

- Para evitar que um Rover cruze o caminho do outro, marque a posição de largada com uma fita adesiva. Para a largada os alunos deverão posicionar o seu Rover com as duas rodas sobre a fita, assim eles percorrerão caminhos paralelos. O tamanho da fita deve ser suficiente para que caibam espaçadamente sobre ela todos os Rovers que disputarão a prova.
- Embora não seja aconselhado o professor estimular, caso queiram, os alunos podem explorar outras peças do kit para tentar vencer a corrida.
- Ao perceber que os alunos estão estagnados passe ao próximo ciclo do episódio de ensino.
- Se algum grupo conseguiu cumprir a proposta, peça-os para socializar como foi feito.
- A proposta pode ser executada com a utilização de apenas um bloco de movimento dos motores.



Rovers alinhados para corrida de arrancadas

2º CICLO DE APRENDIZAGEM: INTRODUZINDO O CONCEITO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Orientações:

- Comece esse ciclo perguntando para os alunos sobre o funcionamento do automóvel. O que o motorista faz para que o carro corra mais?
- O vídeo do link tem uma boa explicação sobre o funcionamento do câmbio de um automóvel e pode ser utilizado para ajudar na abordagem teórica do conceito.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=js2Xgt4MXU0&feature=youtu.be>

- A simulação do link ajuda a explicar a relação entre a frequência de giro e o tamanho da engrenagem

Link: <https://geargenerator.com>

- É aconselhável explicar também a mudança no torque provocada pela diferença de tamanho das polias acopladas. A bicicleta de marchas é um bom exemplo a ser citado.

3º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Proposta:

- Fazer o Rover parar sobre a linha de chegada gastando o menor tempo possível.

Orientações:

- Os alunos precisam saber a distância entre as linhas de partida e de chegada. O professor pode informar esse valor ou pedir para que eles realizem a medida.
- É aconselhável deixar os alunos definirem a relação de engrenagens que vão utilizar e que eles encontrem a relação de giro entre elas.
- Os alunos conseguem cumprir o proposto utilizando apenas um bloco de mover o motor.

Proposta complementar:

- Colocar os Rovers para disputarem uma corrida com ida e volta.

Orientações:

- Marque a posição de largada e de inversão no sentido do movimento com uma fita que contraste com a base do local onde será disputada a corrida.

- A corrida pode ser disputada como o Rover indo de frente e voltando de ré, ou se o professor quiser dificultar um pouco mais, pode pedir para os alunos programar o robô para que ele faça a curva de 180 graus sobre seu eixo e volte de frente.

- Em ambos os casos os alunos podem programar o Rover de duas formas:

Vetorial: O Rover sabe quando ele precisa virar e voltar a partir da contagem do número de voltas da roda, ou seja, ele não interage com o meio. Nesse caso os alunos precisam descobrir quantas voltas a roda dá para sair da largada e chegar à linha de retorno para conseguir êxito no processo. Para essa opção, a utilização de dois blocos de mover o motor, um para a ida e outro para a volta, é suficiente para cumprir a proposta, o que facilita a programação.

Autônoma: O Rover utiliza o sensor de cor e sabe a posição que precisa voltar quando ler uma cor diferente na pista (razão pela qual as marcas devem contrastar com a cor do piso), ou seja, nessa opção ele interage como meio. Nesse caso será preciso utilizar o bloco de comutação para programar o robô, inserindo na linha de cada comutação o bloco de movimento do motor.



Rovers alinhados para percorrer a distância delimitada na forma vetorial

EPISÓDIO DE ENSINO CABO DE GUERRA

CONTEÚDO CURRICULAR:

- Força de atrito

ROVER COMPATÍVEL:

Modelo:

FL2, FL3, FL4, FL5 ou FL6.

Tempo médio de montagem:

Vinte e cinco minutos.

VÍDEO DE CONTEXTUALIZAÇÃO:

O vídeo apresenta um cabo de guerra realizado entre uma caminhonete e um trator que servirá como ponto de partida para abordar o conceito de força de atrito.

- Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=e9meSrj6kr8>

OS CICLOS DE APREDIZAGEM:

VISÃO GERAL:

Fases do ciclo de aprendizagem	Perspectivas do aluno	Perspectivas do professor
Exploração	Explorar os fatores que têm influência sobre a força de atrito entre superfícies sólidas, enquanto programam o Rover para disputar um cabo de guerra	Explorar os saberes prévios dos alunos e as conjecturas formuladas durante o experimento, para que eles consigam inferir quais fatores têm influência sobre a força de atrito entre superfícies sólidas.
Introdução do conceito	Associar os conceitos teóricos explanados aos resultados experimentais e compreender como o atrito influencia o deslizamento entre superfícies.	Utilizar os resultados do experimento inicial para mostrar teoricamente que os fatores que influenciam a força de atrito são a rugosidade entre superfícies e a força de compressão entre elas.
Aplicação do conceito	Aplicar os conhecimentos abordados para fazer o Rover rebocar um corpo em três superfícies diferentes	Analisar como os alunos resolverão a situação problema, verificando se eles são capazes de aplicar o conhecimento teórico abordado na solução de um problema prático.

1º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

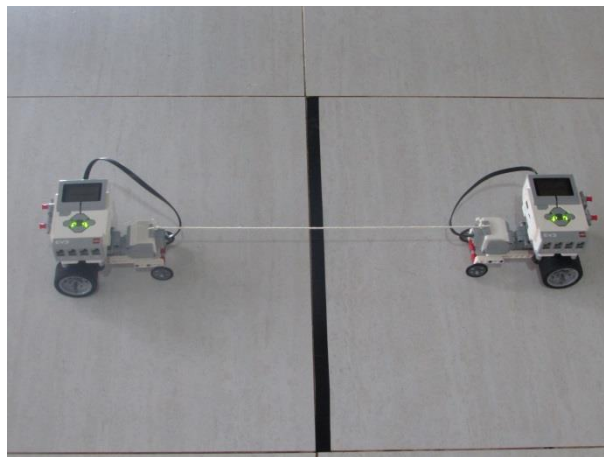
Vinte minutos.

Proposta:

Alunos devem programar o Rover para disputar um cabo de guerra.

Orientações:

- Para os casos onde os alunos vão construir o Rover durante as aulas, é interessante deixar com que eles escolham, dentre duas ou três sugestões, qual o modelo será montado para a execução da proposta.
- Garanta que o Rover dispute o cabo de guerra contra todos os outros modelos e permita que os alunos realizem ajustes rápidos entre as disputas. Essa oportunidade vai possibilitar a eles a proposição e o teste de hipóteses.
- Para resolver essa proposta os alunos só precisaram utilizar um dos blocos de programação dos motores



Rovers disputando cabo de guerras

2º CICLO DE APRENDIZAGEM: INTRODUZINDO O CONCEITO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Orientações:

- Inicie o ciclo pedindo aos grupos que socializem as suas experiências na proposta explicando quais foram as melhorias implementadas no Rover entre as disputas e por que as fizeram.
- A partir dos relatos dos alunos, explique o conceito de força de atrito e o utilize para mostrar aos alunos porque suas propostas estavam corretas ou erradas.
- É importante explicar a diferença entre coeficiente de atrito estático e dinâmico e como eles influenciam no cabo de guerra.
- Após as explanações teóricas, peça para os alunos realizarem mais uma rodada de disputa antes de apresentar a nova proposta.

3º CICLO DE APRENDIZAGEM: A EXPLORAÇÃO

Tempo previsto:

Vinte minutos.

Proposta:

- Uma das três superfícies pode ser o próprio piso da sala e as outras duas podem ser uma folha de papel e uma lixa fina daquelas utilizadas pelos pintores para lixar paredes
- Use fita adesiva para pregar as folhas no chão para que quando o Rover puxar a carga, a folha não se desloque.
- Para resolver essa proposta os alunos precisarão utilizar apenas um bloco de movimento dos motores.



Rover arrastando carga no piso



Rover arrastando carga na folha de papel



Rover arrastando carga na folha de lixa