Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Unidade Acadêmica Especial de Física e Química
Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

# ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA

Wesley Borges Costa.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientador:** Mauro Antonio Andreata

**Coorientador:** Jean Carlo da Silva

Catalão - GO
Julho de 2018

sistema de bibliotecas ufg

PRPG
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

UFG

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:** **[ x ] Dissertação** **[ ] Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

Nome completo do autor: WESLEY BORGES COSTA

Título do trabalho: ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento [ X ] SIM [ ] NÃO[1]

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do(a) autor(a)[2]

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)[2]

Data: 20 / 08 / 2018

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

[2] A assinatura deve ser escaneada.

# ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA

Wesley Borges Costa

Orientador: Mauro Antonio Andreata

Coorientador: Jean Carlo da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Catalão - GO
Julho/2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

BORGES COSTA, WESLEY
ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA [manuscrito] / WESLEY BORGES COSTA. - 2018.
LV, 55 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. MAURO ANTONIO ANDREATA; co orientador Dr. JEAN CARLO DA SILVA.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Programa de Pós-Graduação em Física, Catalão, 2018.
Bibliografia. Anexos.
Inclui fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Robótica Educacional. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Física. I. ANTONIO ANDREATA, MAURO, orient. II. Título.

CDU 53

Serviço Público Federal
Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* – MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA DA UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – REGIONAL CATALÃO.

Defesa: nº 1/2018

Às quatorze horas do dia vinte de julho de dois mil e dezoito, na sala 267, Bloco M, Campus I da UFG – Regional Catalão, reuniu-se a Banca Examinadora designada pela Coordenadoria do Mestrado em Ensino de Física, composta pelas docentes: Prof. Dr. Alessandro de Souza Carneiro, da Universidade Federal de Goiás – UFG/RC; Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha, da Universidade Federal de Goiás – UFG/RC; Profa. Dra. Marina Valentim Barros, da Universidade Federal de Goiás/UAEE– UFG/RC, para proceder à Defesa Pública de Dissertação intitulada "ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA", de autoria do mestrando **Wesley Borges Costa**, matrícula 2016101002. Iniciando os trabalhos, o Presidente da sessão apresentou a Banca ao candidato ao título de Mestre. Em seguida, e passou a palavra ao mestrando para a apresentação do trabalho. A seguir, o Presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. A duração da apresentação discente e a arguição dos examinadores aconteceram conforme regulamento do Programa. Ao término da arguição, a Banca Examinadora se reuniu em sessão secreta para atribuir os conceitos finais da Dissertação. Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o candidato: Aprovado, estando apto a fazer jus ao Título de Mestre em Ensino de Física. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora e pelo discente. Regional Catalão, UFG, aos vinte dias do mês de julho de dois mil e dezoito. Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O diploma correspondente será emitido após cumprimento dos demais trâmites, conforme normas do Programa e legislação da Universidade Federal de Goiás.

Banca Examinadora: Parecer:

| | | |
|---|---|---|
| | ( X ) Aprovado | ( ) Reprovado |
| Prof. Dr. Alessandro de Souza Carneiro (UFG/RC) | | |
| | ( X ) Aprovado | ( ) Reprovado |
| Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha (UFG/RC) | | |
| | ( X ) Aprovado | ( ) Reprovado |
| Profa. Dra. Marina Valentim Barros (UFG/RC) - UAEE | | |

Serviço Público Federal
Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Orientador

Prof. Dr. Mauro Antônio Andreata

Discente:
Wesley Borges Costa

Observações (se for o caso):

Visto:
Coordenação do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado em Ensino de Física
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

Prof. Dr. Juan Bruno Ribeiro da Silveira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter me dado saúde e força para vencer mais esse obstáculo. Reconheço que por muitas vezes pensei em desistir, mas com ele pude ter perseverança e fé para continuar durante o período do curso de mestrado e até mesmo durante a dissertação.

A minha esposa, Camila de Oliveira Araújo, que acreditou e me incentivou a fazer o mestrado, por ter tido paciência e sabedoria de entender este período.

As minhas filhas, Júlia Borges de Oliveira Costa e Sofia Borges de Oliveira Costa por entenderem a minha ausência em determinados momentos.

Aos meus amigos da turma mestrado, em especial aqueles que eu mais convivi, Donizete Lima Franco, Romulo Rosa e Marcos Diniz, durante 1 ano e meio de estudos juntos, dividimos nossas alegrias e frustrações.

Aos meus professores do curso que me ensinaram e me acolheram na Universidade Federal de Goiás.

Ao meu orientador Mauro Antonio Andreata que acreditou e incentivou o meu projeto de pesquisa e o meu coorientador Jean Carlo da Silva que me trouxe muitos conhecimentos técnicos a respeito desse processo.

Ao meu amigo de trabalho Alex Ribeiro que ajudou com a parte da língua estrangeira, dando suporte quando precisei e realizando as devidas correções.

A minha mãe, Fátima Aparecida Borges, e ao meu pai, Roberto Donizetti Vilas Boas Costa, pela oportunidade de estudo.

A escola SESI Guiomar de Freitas Costa que oportunizou o momento de pesquisa e aplicação do objeto de estudo.

Aos alunos do primeiro ano da escola SESI Guiomar de Freitas Costa que se envolveram durante as atividades propostas.

## RESUMO

### ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA

Wesley Borges Costa

Orientador: Mauro Antônio Andreata

Coorientador: Jean Carlo da Silva

No ensino atual, muitos alunos são passivos e buscam apenas memorizar fórmulas apresentadas prontas. Isso deixa os estudantes sem motivação e não permite que vejam a ligação do conteúdo com o cotidiano, não conseguem sequer expor aquilo que tanto estudaram ao longo do curso. Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo, ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento. Buscando melhorar a aprendizagem de Física no Ensino Médio da Escola SESI Guiomar de Freitas Costa (Uberlândia/MG), usamos a Robótica Educacional a fim de estimular o interesse pela Física e a aprendizagem significativa dos alunos. A Robótica Educacional permite aos estudantes desenvolverem a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões, tudo isso com o tempo bem repartido e controlado. Neste trabalho, relatamos como foi a montagem e o uso de um robô que permitiu aos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio da escola SESI Guiomar de Freitas Costa (Uberlândia/MG) a construção dos conceitos de velocidade média, os tipos de movimentos e o lançamento de projéteis, mostrando o quanto essa parte da mecânica está presente em nosso cotidiano. Percebemos que, durante a atividade, os alunos conseguiram entender os principais conceitos físicos envolvidos nos experimentos participando ativamente da aula.



**Palavras-Chave**: Robótica Educacional; Aprendizagem Significativa; Física.

## ABSTRACT

Nowadays, within the class rooms, many pupils relies just in what has been given to them, memorizing only lists of substances that something is made of – formula. This blinds the students leaving them with no vibrancy - unmotivated - and does not bring them to realize the connection between the subject and experience they could experiment in everyday life. They are not even able to expose what they had studied throughout the course.

In meaningful learning, the learner cannot be considered only a container ready to be fill up, he must be able to use and pass ahead what he has just learnt and internalized, in a substantive way rather than arbitrary manner, so as to capture the meanings of educational materials.

That is, the apprentice builds his knowledge.

Looking forward to enhance the learning of Physics in the High School of the Escola SESI Guiomar de Freitas Costa (Uberlândia/MG), we have used Educational Robotics to stimulate interest in physics and meaningful learning in the students. Educational Robotics allows students to improve an ability to develop hypotheses, investigate solutions, make the best connections and draw conclusions, all with well-distributed and controlled time. In this research, we have reported how a robot was built up and also how it was used allowing the students of the first year of high school of the SESI and the Guiomar de Freitas Costa (Uberlândia/MG) to construct the concepts of average speed, types of movements and launching of projectiles, showing how much this part of the mechanics is present in our daily life.

During the activity, students were able to understand the main physical concepts involved in the experiments by actively participating in the class.



Keywords: Educational Robotics; Significant Learning; Physical.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Foto da bandeja e robô do Kit Education EV3 ..... 11
Figura 2: Foto dos motores e sensores do Kit Education EV3 ..... 12
Figura 3: Download de programação via USB ..... 12
Figura 4: Alunos que utilizaram a Robótica Educacional ..... 23
Figura 5: Sobre o grau de complexidade da Física ..... 24
Figura 6: Realizando a montagem do guindaste ..... 27
Figura 7: Determinação da distância entre o carro e o guindaste ..... 28
Figura 8: Realizando a programação do robô lançador ..... 30
Figura 9: Sobre ocorrer a conexão entre a teoria de sala de aula e a prática envolvida..... 32
Figura 10: Sobre enfrentar dificuldades durante a realização da prática ..... 32
Figura 11: Sobre o que mudar se pudesse realizar a prática novamente ..... 33
Figura 12: Sobre a percepção geral da metodologia utilizada .....34
Figura 13: Sobre qual a maior dificuldade enfrentada pelo grupo durante a atividade..... 34
Figura 14: Sobre o trabalho em equipe na aprendizagem da física ..... 35
Figura 15: Sobre o porquê o trabalho em equipe favorece a aprendizagem ..... 35

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Cronograma da atividade – O resgate ..... 26
Tabela 2: Cronograma da atividade – Cesta de três pontos ..... 29

**Sumário**

1. INTRODUÇÃO ..... 1
1.1 Estrutura do Trabalho ..... 1
1.2 Contexto inicial do Trabalho ..... 3
2. ENSINO DE FÍSICA ..... 6
2.1 O tradicional ensino de física e seus desafios ..... 6
2.2 A importância de novas metodologias de ensino da Física ..... 7
3. A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA ..... 10
3.1 Robótica Educacional ..... 10
3.2 Kit LEGO® Mindstorms® Education EV3 ..... 11
4. ENSINO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E AS PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO. 14
4.1 A Aprendizagem Significativa de Ausubel ..... 14
4.2 A Interação Social descrita por Vygotsky ..... 17
5. METODOLOGIA ..... 21
5.1 Local de realização da proposta do projeto ..... 21
5.2 Público envolvido nas atividades de Robótica para o ensino de Física ..... 22
5.3 Desenvolvimento das atividades propostas relacionadas à Robótica e vinculadas ao ensino da Física ..... 23
5.3.1 Levantamento das concepções prévias dos estudantes ..... 23
5.3.2 Realização das atividades como processo de pesquisa ..... 25
5.3.3 Levantamento das concepções dos estudantes após as atividades de Robótica Educacional ..... 32
5.3.4 Análise dos resultados ..... 36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 37
7. REFERÊNCIAS ..... 39
ANEXO 1 ..... 42
ANEXO 2 ..... 43
ANEXO 3 ..... 44

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Estrutura do Trabalho

Há muito tempo, o estudo da Física passou a ter papel significativo na sociedade, é notório seu avanço tecnológico e modificação do meio em que vivem essas pessoas. Assim, o estudo da Física, nas escolas, deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento do caráter investigativo de atividades científicas e, também, tornar o indivíduo mais crítico, capaz de interpretar fenômenos do cotidiano e tomar decisões a esse respeito.

Para tanto, o professor moderno não deve apenas transmitir o conhecimento, mas também capaz de orientar o saber-fazer – se refere às habilidades motoras e ao conhecimento necessário para realizar determinada atividade – adaptado à realidade do aluno, o que deve ser a base das competências para o futuro. Em resumo, "à educação cabe fornecer, de algum modo, os mapas de um mundo complexo e constantemente agitado e, ao mesmo tempo, a bússola que permita navegar através dele." (DELORS, 1999. p. 89).

Segundo essa perspectiva, o mero acúmulo de conhecimentos durante toda a vida já não é mais uma prática adequada. Significa que, os estudantes, devem aproveitar e explorar todas as oportunidades de atualizar-se, aprofundar e enriquecer as primeiras aprendizagens, a fim de adaptar-se a um mundo de constantes transformações.

O mero acesso à informação não modifica, de forma significativa, a capacidade de o aluno entender os grandes embates e problemas da sociedade e, consequentemente, restringe a possibilidade de nela atuar. Dessa maneira, as formas de ensino tradicionais, aquelas que privilegiam a transmissão de conteúdos mostram-se cada vez mais obsoletas e limitadas para formar um cidadão crítico e atuante. No entanto, é possível estabelecer parâmetros que nos guiem em um desenvolvimento pedagógico. Inicialmente, uma atividade escolar não deve começar com a definição de conceitos científicos, pois, para os estudantes, estes conceitos são abstratos e impossibilitam os seus questionamentos. Deve-se buscar situações-problema, ou seja, questões que possuam relevância social e se relacionem com à realidade do aluno. Essas situações-problema são o ponto de partida para se discutir um conteúdo e, assim, abrir caminhos para novas possibilidades. Essa proposta é inspirada nas ideias e nos trabalhos de diversos educadores da atualidade, que pensam que a problematização é o ponto de partida para a educação e que o conhecimento adquire-se a partir de temas que façam sentido ao educando e façam parte de sua realidade.

A proposta deste trabalho é estudar uma alternativa que possa colaborar com o aprendizado no ensino de Física. Assim, pretendemos elaborar, aplicar e avaliar uma metodologia de ensino fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (A **aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982) e a Interação Social de Vygotsky (**A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 3ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989, 168p. – Coleção Psicologia e Pedagogia. Nova Série), juntamente com a Robótica Educacional, como estratégias pedagógicas para o ensino de física.

Uma forma de minimizar as dificuldades da aprendizagem é utilizar a Robótica Educacional nas aulas de Física, a fim de estimular o interesse pela Física e a aprendizagem significativa dos alunos. Sabemos que a aprendizagem significativa caracteriza-se pela ligação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Ou seja, o novo conhecimento adquire significados para o discente e o conhecimento prévio, por sua vez, fica mais rico, mais elaborado em termos de significados e adquire mais estabilidade:

> *Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento (MOREIRA, 2010, p. 5).*

A utilização da robótica como instrumento de ensino permite aos estudantes desenvolver a capacidade de elaborar hipóteses, resolver problemas, estabelecer relações e tirar conclusões. Sendo assim, o estudante entra em contato com novas tecnologias com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano, pois a robótica requer conhecimentos sobre Física, Matemática, Programação, dentre outros. Sem dúvida,

> *A utilização de novas ferramentas tecnológicas acaba por motivar o aprendizado de teorias tradicionais, como matemática, química, física, dentre outras, consideradas "difíceis" por parte dos estudantes. Neste contexto, a manipulação de kits de robótica se apresenta como um atrativo recurso didático adicional (STOPPA, 2012, p. 124).*

Portanto, utilizamos o kit de Robótica Educacional (Mindstorms EV3) oferecido pela LEGO ZOOM no Ensino de Física porque através desse ensino tecnológico e criativo se torna possível a aquisição de conceitos de Física e de áreas afins (Robótica, Matemática e outras). Além disso, é uma maneira de se trabalhar por meio do ensino colaborativo e avaliar de forma

contínua o raciocínio lógico, a criatividade, o trabalho em equipe, a autonomia e a responsabilidade dos estudantes.

## 1.2. **Contexto Inicial do Trabalho**

Durante o Ensino Médio, conhecido naquela época como “colegial”, na cidade de Uberlândia - MG, o autor (Wesley) não vivenciou uma aula prática de Física. Os professores não eram formados em física, todos eram engenheiros, talvez um dos motivos que explica o fato de não tentarem utilizar aulas práticas. As aulas eram reprodutivas, cheias de exercícios e com pouca explicação teórica sobre a aplicação de tantas fórmulas. Assim os professores tratavam a disciplina de física na sua época, com reprodução e/ou resolução de diversos exercícios dos livros didáticos adotados. Mesmo vivenciando esse modelo de ensino, a paixão pela educação, em especial pelas exatas, crescia a cada dia.

Após concluir o Ensino Médio, busquei inicialmente uma graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Durante a graduação, especificamente no segundo ano de curso, surgiu a oportunidade de ensinar química em uma escola pública perto de sua casa, logo agarrei aquela oportunidade sem titubear. Naquele momento, a oportunidade surgia como uma forma de completar o orçamento familiar. A paixão pela sala de aula me fez pensar em cursar uma licenciatura e com sua paixão pela física acabou fazendo Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Uberlândia, concomitantemente com o curso de Engenharia Civil. Com o término da graduação fui aprovado no concurso do Estado de Minas Gerais para professor de Educação Básica e permaneceu como funcionário público por um bom tempo. Durante o tempo que esteve na escola pública incentivei muitos alunos a fazer Licenciatura em Física, pois suas aulas eram dinâmicas, com exemplos práticos, experimentos simples, etc. Tentou realizar atividades práticas e lúdicas nas suas aulas de Física do Ensino Médio, inclusive passava trabalhos para que os alunos montassem experimentos que explicassem o assunto abordado naquele momento. O resultado de tanta inquietação foi a criação de uma Feira do Conhecimento em Física, na qual os alunos apresentavam, para toda a escola e comunidade, os trabalhos desenvolvidos ao longo do ano.

Diante de um trabalho considerado maravilhoso pela direção da escola, ao longo de um bom tempo na rede pública, fui indicado por uma amiga de profissão a participar de um processo seletivo no SESI de Uberlândia para ministrar aulas de Física para o Ensino Médio. Após conseguir a vaga participei de vários cursos de capacitação pela escola e sentiu vontade

e também necessidade de aprimorar seus conhecimentos de Física a fim de melhorar sua prática em sala de aula, então fiz uma Especialização diante de tantos estudos e aprendizagens, comecei a perceber a importância de planejar e elaborar aulas levando em consideração a vivência do aluno, além de reconhecer a necessidade de buscar alguma metodologia inovadora e motivadora diante do avanço tecnológico no cenário que vivemos.

Em uma das formações continuadas, oferecidas pela instituição SESI SENAI, uma delas me encantou. Realizada presencialmente, a Robótica Educacional lhe foi apresentada em Belo Horizonte - MG, com a divulgação e estudo do material do Programa de Educação Tecnológica ZOOM Education for life para o Ensino Médio. Nessa capacitação, foi apresentada a Robótica Educacional como ferramenta metodológica inovadora e motivadora para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Física nos cursos do Educação Básica de nível médio, do Estado de Minas Gerais.

A partir desse momento, fiquei maravilhado com essa ferramenta pedagógica. Passei a utilizar o material da Lego ZOOM durante as aulas de Física como demonstração e/ou apresentação na prática do conteúdo abordado.

A vontade de buscar mais conhecimento e contribuir para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Física no Ensino Médio foi que motivou a ingressar no programa do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) no polo de Catalão-GO.

A ideia deste trabalho surgiu a partir da experiência como professor de Física, em particular, com as turmas de 1º ano na Unidade SESI de Uberlândia. Os alunos que ingressaram no 1º ano ou cursaram o Ensino Fundamental em escolas públicas e/ou privadas ou já eram alunos do SESI Uberlândia. Como a turma era bastante heterogênea a ideia era uniformizar, ou seja, criar mecanismos intencionais para todos os alunos para que pudessem acompanhar as aulas de física.

Assim, percebemos que grande parte dos alunos não tinha ideia do conhecimento científico de várias áreas da Física, como por exemplo, de cinemática e dinâmica. Nesse sentido, elaboramos e aplicamos uma sequência didática de atividades com a utilização da Robótica Educacional tendo como foco principal os conceitos em que os alunos apresentavam dificuldades.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, analisamos e interpretamos a receptividade dos alunos através de dados obtidos pelas observações e pelos registros feitos nos relatórios aplicados durante a realização das atividades. Com a perspectiva de ensinar de maneira mais significativa a Física do Ensino Médio utilizando como ferramenta pedagógica a Robótica

Educacional, fundamentamos essa pesquisa nas ideias de Ausubel (Aprendizagem Significativa) e Vygotsky (Interação Social).

Com a intenção de mostrar o estudo e o desenvolvimento dessa pesquisa, durante o período do mestrado, participei e apresentei trabalhos sobre o uso da Robótica Educacional nas aulas de Física do Ensino Médio em vários eventos. A seguir relacionamos os títulos dos trabalhos apresentados:

- 3º CONAED - Congresso Nacional de Educação (UFG), outubro de 2016. Apresentação oral de Relato de Experiência**: ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA.**

- 3º SEFISCAC – Semana da Física do Campos Catalão, novembro de 2016. Apresentação de painel: **APRENDENDO FÍSICA COM AUXÍLIO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.**

- CECIFOP – Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores (UFG), maio de 2017. Apresentação oral de Relato de Experiência do trabalho intitulado por: **A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA NAS AULAS DE FÍSICA**

# 2. ENSINO DE FÍSICA

## 2.1. O Tradicional Ensino de Física e seus Desafios

O ensino de física nas escolas públicas e privadas é muito tradicional, os alunos decoram fórmulas para encontrar determinada grandeza física que, muitas vezes, nem sabem qual o significado. Passam muitas horas decorando exercícios prontos e não entendem as suas aplicações, as vezes o que aprendem parece não fazer parte do seu cotidiano. Contudo, aprender física não demonstra ser tarefa fácil para os alunos, que estudam, mas parece não fazer muito sentido.

De acordo com Robilotta (1988, p. 9), muitas vezes os estudantes da educação básica, apesar de terem acesso à física escolar, demonstram dificuldades no domínio deste conteúdo, estudam, mas parecem não saber Física. Essa experiência aparece com frequência durante as atividades relacionadas ao ensino de Física. É comum que mesmo alunos inteligentes e dedicados terminem os cursos com a impressão de que as longas horas de trabalho e todo o esforço empregado no estudo não são recompensados com alguma forma sólida de conhecimento. Eles podem aprender a enfrentar os problemas e as situações que foram abordadas durante as aulas, mas ficam completamente sem iniciativa quando colocados frente a problemas novos. É como se o conhecimento discutido nas aulas de Física não se ajustasse ao mundo em que o estudante vive e não se enquadrasse em sua vida real.

Veit e Teodoro (2002 – p.3) relatam: "Na prática, Física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas cuja origem e finalidade são desconhecidas."

O ensino não parece levar os estudantes a se apropriarem do conhecimento. Assim, é como se, depois de muito estudo, esses alunos não soubessem quase nada do que professores os ensinaram ao longo de um determinado período. A ideia que temos é que os alunos estudam apenas para passar de ano, o conteúdo é momentaneamente memorizado e não compreendido. Segundo Ferreira e Villani (2002, p. 63),

> *em geral, os professores fecham o círculo de possibilidades de explicações ao que eles conhecem de sua prática, pois acreditam ser essa a única forma para ter um certo domínio em sua interação com os alunos. Ainda hoje fórmulas e resoluções de exercícios constituem atividades preferidas, ao passo que laboratório didático, simulações, história da ciência, filmes e outros recursos metodológicos raramente*

> *são utilizados. O resultado é que os alunos se convencem da extrema dificuldade da Física e poucos investem na tentativa de aprender.*

Infelizmente, o ensino de física está muito defasado, não condiz com a realidade dos nossos estudantes, não é à toa que esta disciplina é tão temida pelos alunos, tida como uma das mais difíceis. Em geral, para que o aluno consiga entender física deve primeiro ter uma boa interpretação, pois a maioria dos exercícios dos processos seletivos são contextualizados, o que exige uma análise crítica do problema antes de qualquer aplicação de fórmulas. Assim, é importante problematizar as aulas para que os estudantes consigam compreender a aplicação dos conceitos.

Juan Ignácio Pozo (1998, p. 16), especialista em psicologia da aprendizagem, afirma que, "a resolução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas, construindo seu próprio conhecimento."

E os PCN+ (2002, p. 78) constatam que

> *[...] o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, nos quais o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das fórmulas. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois se passa a lidar com algo real ou próximo dele.*

A educação tem sido desafiada a pensar trajetórias pedagógicas, currículos e tempos escolares para atender às exigências do mundo contemporâneo, com vistas a qualificação dos saberes, melhores percursos acadêmicos, escolhas mais assertivas. Nessa perspectiva, entende-se que é preciso reformular a metodologia de ensinar, saindo do modelo tradicional, buscando a criatividade, a inovação, a autonomia, o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à inserção do aluno na sociedade.

## 2.2. A Importância de Novas Metodologias no Ensino de Física

Em dias atuais, é importante o professor romper com o ensino tradicional e buscar novas metodologias para ensinar. Pesquisas no ensino de física apontam três questões que têm sido recorrentes e consideradas essenciais para o ensino: a resolução de problemas, a

aprendizagem de conceitos físicos e o ensino de laboratório (MATHEUS; SOUSA; MOREIRA, 2005).

Juan Ignácio Pozo (1998, p. 09), afirma que uma das tendências na área atualmente é a defesa de que o progresso na compreensão da resolução de problemas está vinculado ao progresso na compreensão da aprendizagem das tarefas envolvidas nesse processo.

A Resolução de Problemas, enquanto técnica que estimula processos criativos e de aprendizagem, ajuda os estudantes a reforçar e classificar os princípios que estão sendo trabalhados, obrigando-os a colocar constantemente seus conhecimentos à prova e em prática e juntamente com situações-problema podem ajudar os alunos a serem capazes de enfrentar situações cotidianas, interpretando-as através dos modelos conceituais e também dos procedimentos próprios da ciência.

As atividades de experimentação podem auxiliar no ensino-aprendizagem de Física, como dizem Araújo e Abib (2003, p. 176),

> *[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar Física de modo significativo e consistente (ABIB, 2003, p. 176).*

A competência em "Investigação e compreensão dos fenômenos" pode ser explorada em atividades experimentais e de resolução de problemas, uma vez que essas atividades estimulam a observação, o levantamento de hipóteses, a realização de medidas, etc.

Os PCN + (2002, p. 15) destacam que

> *É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório (BRASIL, 2002, p. 15).*

Ao elaborar uma metodologia de ensino, não podemos ignorar, também, o avanço tecnológico. Nos dias de hoje, o desenvolvimento tecnológico se faz de uma forma muito rápida e o contato e o interesse dos alunos por essas tecnologias, como por exemplo, o computador, cresce cada vez mais. Por isso, há a necessidade em desenvolver recursos didáticos utilizando novas ferramentas, um exemplo seria a utilização da "Educação Tecnológica".

Agora, a decisão de transformar o processo educacional tradicional em uma "Educação Tecnológica", não é simplesmente uma decisão administrativa, ou seja: adquirir os computadores e passar automaticamente a usá-los em larga escala em todas as disciplinas.

Ortolan (2003, p. 39) relata:

> *Faz-se necessário um grande processo de transformações estruturais, funcionais e profissionais na escola para que seja possível concretizar uma nova proposta educacional, a qual esteja pautada na visão de integração de informática e educação; não basta simplesmente instalar computadores e deixar o aluno usar, faz-se necessário redimensionar todos os planejamentos e as estratégias dos professores em relação aos seus conteúdos (ORTOLAN, 2003, p.39).*

Mesmo sabendo o quão fundamental é a utilização de novos recursos metodológicos e, principalmente da tecnologia, por que muitos docentes ainda insistem nas metodologias tradicionais? Na educação básica, infelizmente, existem vários motivos que dificultam a experimentação. De acordo com Peruzzo (2012, p. 124), alguns deles são: "falta de atividades preparadas, pouco tempo para o professor planejar e montar experimentos, recursos insuficientes para reposição e compras de equipamentos e materiais de laboratório, número excessivo de alunos por sala, despreparo do docente, etc".

Muitos docentes enfrentam esses problemas ao tentar realizar uma aula experimental. Contudo, muitos desistem de aplicar novas metodologias e/ou não insistem na experimentação.

Em virtude do uso excessivo de celulares e aparelhos eletrônicos similares em sala de aula, por que não aliar o ensino aos dispositivos tecnológicos?

Portanto, nossa intenção é contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio por isso desenvolvemos neste trabalho uma sequência didática com experimentos utilizando a Robótica Educacional. Com esta metodologia imaginamos trazer ao aluno, não só a resolução de problemas, mas também a utilização de uma tecnologia de montagem e programação. Ao final do processo, é esperado que o aluno entenda, de forma prática, os conceitos antes ensinado apenas na lousa em uma aula "tradicional", contribuindo assim para uma aprendizagem significativa.

# 3. A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

## 3.1. Robótica Educacional

Diante de uma era altamente tecnológica, onde os alunos dominam e exploram computadores, celulares, tabletes, entre outros, a Robótica Educacional se torna um grande artefato educacional, ao ponto de conectar a educação, ciência e tecnologia. Criar um ambiente onde os estudantes possam desenvolver a automação, a montagem e o controle de dispositivos mecânicos através do computador se tornou algo atrativo e eficiente na educação.

A união entre a robótica e a educação tem tudo para dar certo. A robótica mexe com a imaginação das crianças, estimula a criatividade criando novas formas de interação com os símbolos. A robótica educacional exige dos estudantes um poder de concentração aliado a motivação constante, esta interação exige várias habilidades, perpassando até pela interdisciplinaridade.

Nesse processo de aprendizagem, os alunos aprendem a lidar com situações em grupo, adquirem responsabilidade e conhecimentos antes não adquiridos somente no banco de sala de aula. Segundo Silva (2009, p. 65),

> *[...] na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupos e a autonomia é exercida na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade por parte da solução, e no respeito aos outros indivíduos SILVA, 2009, p. 65).*

Sem dúvida, a Robótica Educacional é uma alternativa interessante como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem. Além do desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, que é a mais evidente, pelo fato de trabalhar com programações em computadores e cálculos em geral, promove o desenvolvimento de outras habilidades, pois envolve aspectos como o trabalho em grupo, planejamento de ações, projeto do robô a ser construído, reconstrução do robô e apresentação de um resultado final. Possibilita uma atividade que envolve os alunos, favorecendo o trabalho em equipe e colaborativo, desenvolvendo a responsabilidade, a disciplina, o senso de organização, a interação, a paciência, a persistência, a iniciativa, a autonomia, a troca de experiências, entre outros. E acima de tudo, é uma prática embasada no construtivismo de Piaget (2000), onde o aluno é

um ser ativo que estabelece relações de troca com o meio físico, com os colegas e com o seu próprio conhecimento, relações essas vivenciadas e significativas.

## 3.2. Kit LEGO® Mindstorms® Education EV3

A LEGO®, empresa dinamarquesa, fabrica blocos construtivos desde 1940, começando com os brinquedos de montagem tradicionais e, atualmente, produzindo peças técnicas voltadas para aplicação tecnológica; isto incluem sensores, vigas, motores e engrenagens. Em 1998, a LEGO inaugurou a linha de brinquedos inteligentes modelo LEGO® Mindstorms®. Os kits continham peças tradicionais de blocos de construção da marca adaptadas para encaixe de engrenagens, motores e sensores que podiam ser controlados por um processador programável, transformando assim aquele simples brinquedo em uma espécie de robô.

Vamos dar destaque aqui para o kit utilizado nas atividades deste trabalho, o Kit LEGO® Mindstorms® EV3. Desenvolvido em parceria com o Massachusetts Institute of Technology (MIT), em 2013 a LEGO lança o novo modelo da linha Mindstorm, o Kit LEGO® Mindstorms® EV3, o que substituiria a última geração até então, o Kit LEGO® Mindstorms® NXT 9797. O kit utilizado neste trabalho é o kit Education EV3 composto de aproximadamente 540 peças, entre elas rodas, pneus, blocos, engrenagens, vigas, eixos, polias, motores, sensores: ultrassônico, toque, som, giroscópio e luminosidade, conforme indicado nas figuras 1 e 2 a seguir, contendo todos os recursos tecnológicos do kit Education EV3.

Figura 1: Foto da bandeja e robô do kit Education EV3

(Foto: Arquivo do autor)

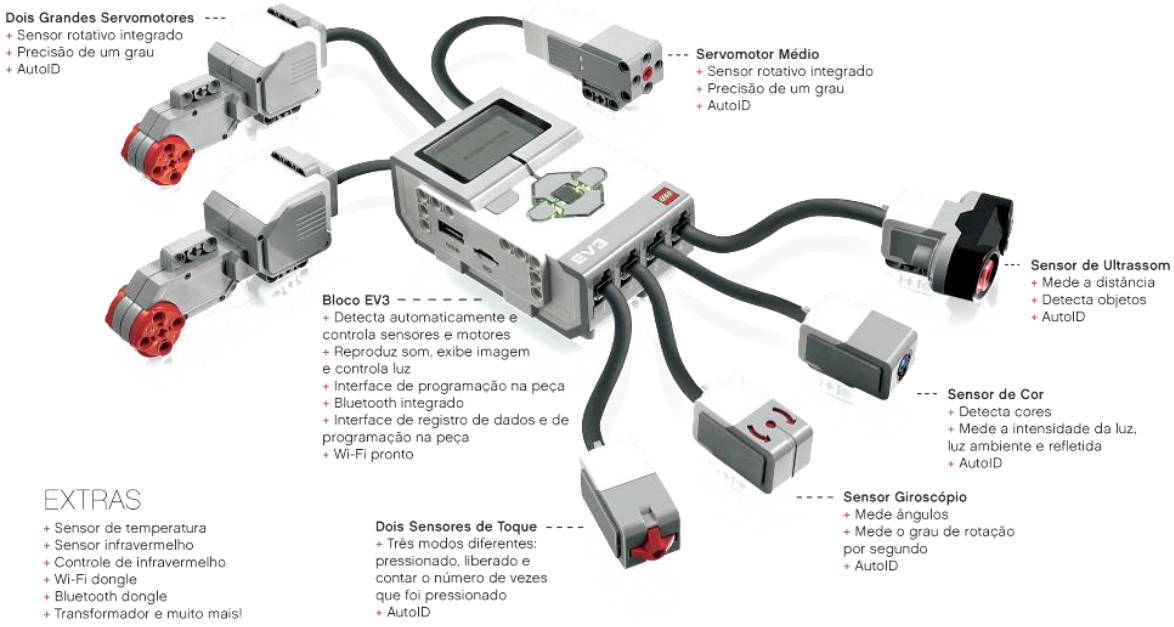


Figura 2: Foto dos motores e sensores do kit Education EV3

(Foto: Divulgação/ZOOM Education)

Para estabelecer a ligação com um computador, de modo a efetuar o download ou upload de programas, o EV3 possui uma porta USB, indicado na figura 3. Alternativamente, a transferência de programas pode ser efetuada por Bluetooth.

Figura 3: Download de programação via USB

Imagem: https://www.lego.com/en-us/service/help/products/themes-sets/mindstorms/connecting-your-lego-mindstorms-ev3-with-the-usb-cable-408100000007984. Acesso em 09/04/2018

A empresa LEGO® é fundamentalmente pedagógica e trabalha com o lema construtivista de que o estudante deve aprender fazendo, enfrentando problemas e desafios, buscando soluções. Acredito que este é o melhor caminho para formar, no futuro, profissionais adequados ao século XXI, já que o mercado valoriza mais o indivíduo com competências como ser criativo e flexível, trabalhar em equipe, ter iniciativa e saber resolver problemas.

> *O que se objetiva com o uso do LEGO® Mindstorms® é proporcionar que o ensino da Física aconteça de forma mais participativa, onde estudantes e professores troquem ideias, construindo assim uma aprendizagem coletiva, e com isso um verdadeiro conhecimento sobre o assunto em questão. Acredita-se que o ambiente de Robótica Educacional é favorável ao levantamento de hipóteses. (FEITOSA et al, 2007, p.23).*

O kit Education EV3 é um excelente recurso pedagógico, além de manuseio fácil, apresenta um software agradável e acessível com programações em blocos.

# 4. ENSINO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E AS PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO

Neste trabalho daremos enfoque nas Teorias Construtivistas de Aprendizagem, as quais surgiram a partir do século XX baseadas em estudos da psicologia cognitiva do sujeito. Segundo estas teorias, o conhecimento é uma construção do sujeito, e não apenas uma informação recebida de forma passiva pelo meio. Outra vertente é a organização das experiências do sujeito, resultando na (re)construção das estruturas cognitivas.

Rabelo (2016, p.33) afirma que, a (re)construção das estruturas cognitivas é realizada pela linguagem visando demonstrar para o sujeito que existe um mundo exterior além daquele internalizado através da vivência. Sendo assim, pode-se notar a importância de um sujeito com mais experiência mediar, através da linguagem, o conhecimento do aluno (senso comum), e o conhecimento de origem acadêmica (conhecimento científico). Dessa forma, a apropriação desses conhecimentos contribui para uma aprendizagem significativa para o estudante. A seguir, apresentaremos uma breve discussão acerca de alguns pensadores construtivistas.

## 4.1. A Aprendizagem Significativa de Ausubel

O pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) dizia que, quanto mais sabemos, mais aprendemos. Famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa - que encerra a série Teoria Passada a Limpo -, ele é contundente na abertura do livro Psicologia Educacional: O fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece.

Quando sua teoria foi apresentada, em 1963, as ideias behavioristas predominavam. Acreditava-se na influência do meio sobre o sujeito. O que os estudantes sabiam não era considerado e entendia-se que só aprenderiam se fossem ensinados por alguém.

Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Quanto maior o número de links feitos, mais consolidado estará o conhecimento.

Pensada para o contexto escolar, a teoria de Ausubel leva em conta a história do sujeito e ressalta o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem. De acordo com ele, há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa

estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária. Em seu livro, ele opina:

> *A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal) (AUSUBEL et al, 1980, P. 15).*

A aprendizagem significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Substantiva quer dizer, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

## Aprendizagem Significativa

Conhecida também por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma teoria cognitivista a qual procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento (AUSUBEL, 1963). Assim, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas pelo encontro entre um material potencialmente significativo com subsunçores na estrutura cognitiva do estudante. Segundo Ausubel (1973, p. 25), subsunçor é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito.

Portanto, Masini alerta que a TAS visualiza a educação de forma holística e indissociável, e aprecia as relações:

> *[...] do homem com o mundo que o cerca (estudante-comunidade); de quem ensina com aquele que aprende (professor-estudante); do compreender de quem ensina com o compreender de quem aprende (conhecimento prévio-subsunçor); do conteúdo a ser ensinado com o que aquele que aprende já conhece (potencialidade do conteúdo - subsunçor específico); do que se propõe Ensinar com as condições de quem vai aprender – seus interesses, nível de elaboração, representações e conceitos disponíveis nessa programação de ensino (contrato didático). (MASINI, 2011, p. 17).*

Masini (2011) considera ainda que na TAS, a estrutura cognitiva do estudante envolve as características mais particulares intrínsecas do sujeito, como a individualidade e a capacidade de compreender, refletir e decidir as relações do processo envolvido.

Moreira (2005), estudioso da aprendizagem significativa aliada ao ensino de física, relata em seu livro:

> *É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2005, p. 32).*

Para que a aprendizagem significativa ocorra, como descrito anteriormente é necessário duas condições essenciais: disposição do aluno para aprender e o material didático desenvolvido, que deve ser, sobretudo, significativo para o aluno. Somente dessa forma é que se dará a verdadeira compreensão de conceitos e proposições, o que implica na posse de significados claros e intransferíveis. Para a avaliação consistente da aprendizagem significativa, o método válido e prático, segundo Ausubel, consiste em buscar soluções de problemas diversos através de testes de compreensão, utilizando-se de recursos diferentes daqueles utilizados anteriormente no material instrucional. Para que se possa constatar, de fato, se o aluno desenvolveu ou não as habilidades necessárias à aquisição da aprendizagem significativa.

É importante destacar que a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios, que ele chama de subsunçores, especificamente relevantes. Através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

A Teoria da aprendizagem de Ausubel objetiva, portanto, facilitar a aprendizagem do aluno, através da psicologia da aprendizagem significativa. Diz ele, que:

> *Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante que informação na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos (AUSUBEL, 1982, p.15).*

A aprendizagem significativa é elemento essencial ao processo de aquisição do conhecimento do aluno, fundamental para o novo papel do professor e a função social da escola.

Segundo a teoria de Ausubel, na aprendizagem há três vantagens essenciais em relação à aprendizagem memorística. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a "reaprendizagem", para dizer de outra maneira. A explicação dessas vantagens está nos processos específicos por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa o que implica, como um processo central, a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o conteúdo de aprendizagem.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Assim, é importante o professor sempre levar em consideração o que o aluno traz em sua bagagem.

## 4.2. A Interação Social descrita por Vigotski

Segundo Vygotsky (1989), a aprendizagem tem um papel fundamental para o desenvolvimento do saber, do conhecimento. Todo e qualquer processo de aprendizagem é ensino-aprendizagem, incluindo aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre eles. Ele valoriza o trabalho coletivo, cooperativo. A aprendizagem é uma relação homem e sociedade, pois quando o homem transforma o meio na busca de atender suas necessidades básicas, ele transforma-se a si mesmo. A escola se torna importante a partir do momento que dentro dela o ensino é sistematizado com atividades diferenciadas das extraescolares e lá a criança aprende a ler, escrever, obtém domínio de cálculos, entre outras, assim expande seus conhecimentos.

Para Vygotsky (1998), a aprendizagem não começa na escola, toda situação de aprendizagem escolar se depara sempre com uma história de aprendizagem prévia. Vygotsky retoma o tema da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e sua relação com a aprendizagem. Segundo ele, a ZDP seria a distância existente entre aquilo que o sujeito já

sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial.

O ambiente da sala de aula requer interação social, embora por circunstâncias distintas. Para ele, o ambiente social é a fonte de modelos dos quais as construções devem se aproximar. É a fonte do conhecimento socialmente construído que serve de modelo e media as construções do indivíduo. A aprendizagem, e o desenvolvimento são adquiridos por modelos e, claro, pela motivação da criança.

Lev Vygotsky (1998), enfoca a aprendizagem como:

> *[...] a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal, para que se desenvolvam na criança essas características humanas não naturais, mas formadas historicamente (VYGOTSKY, 1998, p. 115).*

"De fato, aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida da criança" (VYGOTSKY, 1984, p. 110).

Vygotsky coloca que no cotidiano das crianças elas observam o que os outros dizem, porque dizem o que falam, porque falam, internalizando tudo o que é observado e se apropriando do que viram e ouviram. Recriam e conservam o que se passa ao redor. Em função desta constatação, Vygotky afirma que a aprendizagem da criança se dá pelas interações com outras crianças de seu ambiente o que determina o que por ela é internalizado. A criança vai adquirindo estruturas linguísticas e cognitivas mediadas pelo grupo.

A abordagem do desenvolvimento cognitivo se dá de fora para dentro, através da internalização. Vygotsky afirma que o conhecimento se dá dentro de um contexto, afirmando serem as influências sociais mais importantes que o contexto biológico. Para a teoria vygotskiana, o desenvolvimento ocorre em função da aprendizagem, ao contrário do pensamento de Piaget que assegura ser a aprendizagem uma consequência do desenvolvimento.

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo do aluno se dá por meio da interação social, ou seja, de sua interação com outros indivíduos e com o meio, no mínimo duas pessoas devem estar envolvidas ativamente trocando experiência e ideias. A interação entre os indivíduos possibilita a geração de novas experiências e conhecimento.

Dessa forma, a aprendizagem ocorre no intervalo da ZDP, onde o conhecimento real é aquele que o sujeito é capaz de aplicar sozinho e o potencial é aquele que ele necessita do auxílio de outros para aplicar.

O professor deve mediar a aprendizagem utilizando estratégias que levem o aluno a tornar-se independente e estimulem o conhecimento potencial, de modo a criar uma nova ZDP a todo momento. O docente pode fazer isso estimulando o trabalho com grupos e utilizando técnicas para motivar, facilitar a aprendizagem e diminuir a sensação de solidão do aluno.

Mas este professor também deve estar atento para permitir que este aluno construa seu conhecimento em grupo com participação ativa e a cooperação de todos os envolvidos. Sua orientação deve possibilitar a criação de ambientes de participação, colaboração e constantes desafios.

O desenvolvimento cognitivo para Vygotsky é produzido pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura, sendo que o processo se constrói de fora para dentro. Quanto a formação de conceitos remete às relações entre pensamento e linguagem. Ele constitui sua teoria tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento. Enfatiza a construção do conhecimento como uma interação mediada por várias relações, ou seja, o conhecimento não está sendo visto como uma ação do sujeito sobre a realidade, assim como no construtivismo e sim pela mediação feita pelos outros sujeitos.

Para Vygotsky, a atividade do sujeito refere-se ao domínio dos instrumentos de mediação, inclusive sua transformação por uma atividade mental. Para ele, o sujeito não é apenas ativo, mas interativo, porque forma conhecimentos e se constitui a partir de relações intra e interpessoais.

É na troca com outros sujeitos e consigo próprio que se vão internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, o que permite a formação de conhecimentos e da própria consciência. Trata-se de um processo que caminha do plano social - relações interpessoais - para o plano individual interno - relações intrapessoais. Assim, a escola é o lugar onde a intervenção pedagógica intencional se desencadeia.

Se o professor pretende realizar mediações junto ao aluno, é preciso relacionar seu comportamento com uma emoção positiva, para obter o sucesso pretendido no processo de ensino-aprendizagem. Ao professor é necessário que faça não só com que o aluno apreenda e assimile o conteúdo, mas que além de tudo seja capaz de sentir o conteúdo relacionando-o às emoções. Nesse sentido, Vygotsky (2001) afirma que o professor deve preocupar-se em relacionar o novo conhecimento com a emoção, caso contrário o saber torna-se morto.

Outros autores, assim como Tassoni (2000), buscaram evidenciar aspectos afetivos na interação em sala de aula, analisando a postura do professor e os seus conteúdos verbais e concluíram que os aspectos afetivos estão presentes na dinâmica da sala de aula e influenciam diretamente o processo de ensino-aprendizagem. Para esta autora, a mediação da professora é fundamental para determinar a relação do aluno com o conteúdo ensinado.

> *Quando se assume que o processo de aprendizagem é social, o foco desloca-se para as interações e os procedimentos de ensino tornam-se fundamentais. As relações entre as professoras e alunos apresentadas nesta pesquisa, evidenciaram a expressão da afetividade como parte ativa do processo de aprendizagem. As interações em sala de aula são carregadas de sentimentos e emoções constituindo-se como trocas afetivas (Tassoni, 2000, p. 150).*

A partir das considerações aqui pontuadas, é possível verificar que o papel do professor é fundamental no processo de internalização de conceitos e desenvolvimento dos alunos, e isto ocorre na mediação e na qualidade das relações estabelecidas entre professor aluno.

Leite (2012) conclui que a afetividade é fator essencial nas relações em sala de aula e por meio dela a mediação pedagógica estabelece a qualidade do vínculo aluno-objeto-professor.

No processo ensino-aprendizagem o professor tem o papel explícito de interferir no processo, diferentemente de situações informais nas quais a criança aprende por imersão em um ambiente cultural. Portanto, é papel do docente provocar avanços nos alunos e isso se torna possível com sua interferência na zona proximal.

O aluno não é tão somente o sujeito da aprendizagem, mas aquele que aprende junto ao outro o que o seu grupo social produz, tal como: valores, linguagem e o próprio conhecimento.

A formação de conceitos espontâneos ou cotidianos, desenvolvidos no decorrer das interações sociais, diferenciam-se dos conceitos científicos adquiridos pelo ensino, parte de um sistema organizado de conhecimentos. A aprendizagem é fundamental ao desenvolvimento dos processos internos na interação com outras pessoas.

Pode se afirmar que a mediação pedagógica realizada pelo professor influencia o processo de ensino-aprendizagem sendo que a qualidade dessa relação é determinante para o sucesso da aprendizagem do aluno. No entanto, é necessário ao professor ter consciência da importância das relações entre aluno-professor, aluno-objeto e professor-objeto e a necessidade de uma prática pedagógica reflexiva que faça uso das boas relações afetivas, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e significativo.

# 5. METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos a metodologia aplicada no desenvolvimento do produto desta dissertação, isto é, descrevemos duas atividades de Física utilizando a Robótica Educacional, sendo uma sobre velocidade média e os tipos de movimento e a outra sobre o lançamento de projéteis, em particular o lançamento oblíquo.

## 5.1. Local de Realização da Proposta do Projeto

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade SESI GUIOMAR DE FREITAS COSTA (GFC) na cidade de Uberlândia – MG, local onde a professor (Wesley) desenvolve sua atividade docente na disciplina de Física. Nesta escola, ministrou aulas de Robótica voltadas para o Ensino Médio concomitante às aulas de Física. Assim, a ideia de unir a Robótica Educacional às aulas de física se tornou uma proposta para o projeto desta dissertação.

A Robótica Educacional foi implementada na Unidade GFC no ano de 2013 a partir da necessidade da Gerência de Educação Básica (GEB) de incluir os alunos da Unidade nas tecnologias educacionais de ensino. Contando com a (re)construção de conceitos dos alunos a partir das trocas de experiências vivenciada por alunos e professor, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa dos alunos durante o desenvolvimento dos conceitos de Física e Robótica.

Na Unidade GFC, como mencionado anteriormente, os professores envolvidos com a Robótica foram preparados através de cursos de formação continuada, como a divulgação e estudo do material do Programa de Educação Tecnológica ZOOM Education for life do Ensino Médio. Nessa capacitação foi mostrada a Robótica Educacional como ferramenta metodológica inovadora e motivadora para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

E, por fim, outro fator que contribui para a escolha da instituição de ensino mencionada anteriormente foi o apoio oferecido para a realização de atividades interdisciplinares e voltadas para o processo de ensino-aprendizagem. E a acessibilidade dos kits da LEGO® Mindstorms® NXT disponíveis na escola. Atualmente a escola trabalha com os kits da LEGO® Mindstorms® EV3, implantados desde 2016.

A instituição não possui um laboratório específico para as aulas de Robótica, estas acontecem no pátio em mesas grandes, local onde são realizadas as montagens e experimentações. Ao lado deste local encontra-se o laboratório de informática, ali realizam-se

as programações. Neste recinto estão disponibilizadas 5 mesas grandes com a capacidade para até duas equipes (8 alunos) para o desenvolvimento das atividades de Robótica. A decisão da quantia máxima de aluno está relacionada com a proposta pedagógica do material de apoio Manual do Educador, Revista Zoom Education for Life.

Os alunos trabalham em equipe assumindo a permuta entre quatro funções especializadas:

O **líder (relator)** é responsável pela maleta LEGO®, devendo coordenar a equipe para que todos auxiliem na contagem das peças e forneçam os dados necessários à elaboração do relatório. O **construtor** é responsável pela montagem, o **organizador** responsável pela organização das peças durante a montagem e desmontagem. O **programador**, por sua vez, é responsável pela programação do robô de acordo com a proposta de trabalho.

## 5.2. Público Envolvido nas Atividades de Robótica para o Ensino de Física

A Unidade GFC trabalha com a modalidade de ensino articulado, na qual o aluno no final de etapas faz a conclusão do Ensino Médio juntamente com o Técnico, esta proposta de currículo é conhecida como EBEP (Educação Básica e Ensino Profissionalizante). A escola oferece os cursos disponíveis no momento da matrícula. A família e o estudante escolhem o curso técnico a ser realizado durante aquela etapa (Ensino Médio).

Após a escolha do curso o aluno cursará uma grade curricular básica e outra técnica. O Ensino Médio Regular, contempla as disciplinas de Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Matemática, Física, Química, Biologia, Geografia, História, Sociologia, Filosofia, Literatura, Arte e Educação Física. A grade curricular das disciplinas técnicas depende da escolha feita pelo aluno e/ou responsáveis no ato da matrícula. São disponibilizados carga horária e conteúdo programático segundo a necessidade de cada um. Após a escolha do curso técnico, o aluno cursa educação básica e ensino técnico concomitantemente.

Assim, os alunos selecionados para desenvolver o uso da Robótica voltado para o ensino de Física para esta pesquisa de dissertação foram os de primeira etapa dos cursos técnicos, nos quais estariam iniciando o Ensino Médio, podendo assim promover uma aprendizagem mais significativa da Física a partir dos conceitos da Robótica Educacional.

O número total de alunos envolvidos nas propostas do projeto foi trinta e seis. A faixa etária dos alunos participantes variava entre 14 a 16 anos. Aplicamos as propostas na única turma de 1º Ano do Ensino Médio.

A realização das atividades aconteceu durante horários geminados das aulas de física, sendo estes com duração de 100 minutos, totalizando 200 minutos para as duas atividades. Após as atividades realizadas na escola, os alunos faziam os seus relatórios como tarefa de casa.

## 5.3. Desenvolvimento das Atividades Propostas Relacionadas à Robótica e Vinculadas ao Ensino da Física

### 5.3.1. Levantamento das Concepções Prévias dos Estudantes

Antes da realização do processo de pesquisa e aplicação das aulas de Robótica Educacional na turma de 1º ano da escola SESI GFC, foi passado um questionário (Anexo 1) aos estudantes a fim de conhecer um pouco mais sobre a turma. A partir da análise do questionário, constatei que 36% dos alunos não tiveram um contato com a Robótica Educacional e apenas 64% conheciam a metodologia, segundo figura 4.

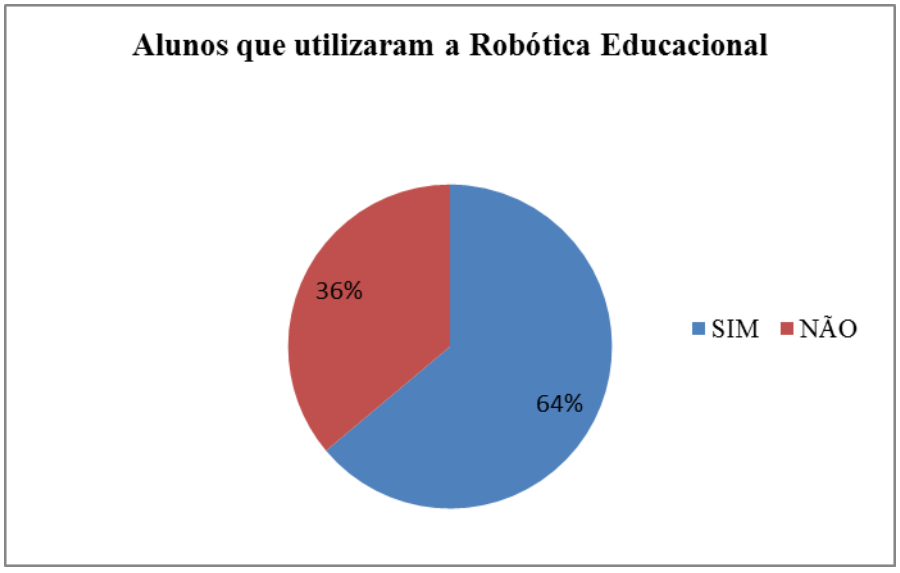


Figura 4: Alunos que utilizaram a Robótica Educacional

Fonte: Arquivo do autor.

Assim, antes da aplicação do processo de pesquisa e realização da aula de Robótica foi dada uma aula, no contra turno, para que os estudantes pudessem ser apresentados à metodologia. Neste momento, mostrei o kit, os fascículos, a plataforma de programação, a metodologia utilizada durante as aulas e o processo de avaliação.

Em outro momento do questionário, verifiquei que todos os alunos tiveram contato com a física na série anterior (9º ano). Já sobre o grau de complexidade daquele conteúdo poucos acreditavam ser fácil, como ilustra a figura 5.

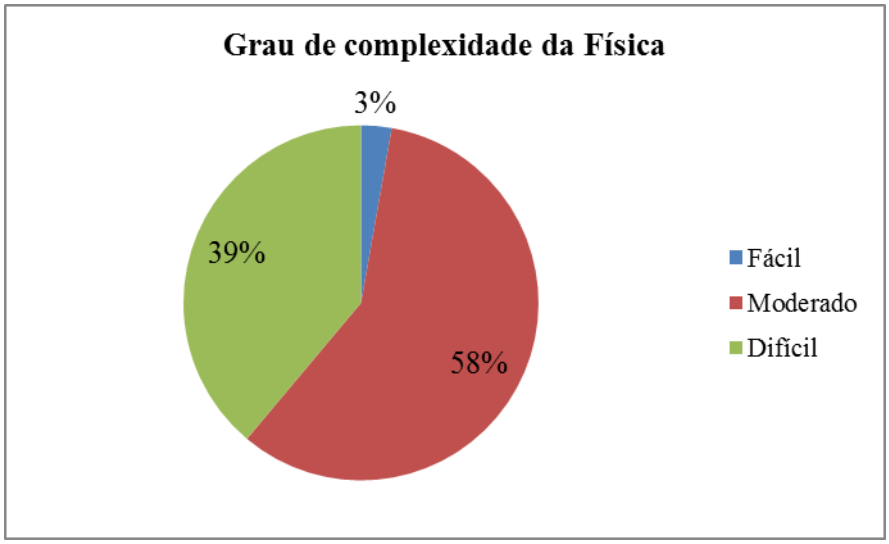


Figura 5: Sobre o grau de complexidade da Física

Fonte: Arquivo do autor

Segundo os dados extraídos do questionário, a física acaba sendo, para a maioria dos alunos, uma disciplina trabalhosa, apenas 3% julgaram fácil aprender este conteúdo. O conhecimento englobado pela Física é complexo, e parte da dificuldade do seu ensino advém do fato de os docentes não considerarem a complexidade desse conhecimento e de seu ensino. No Brasil, parte do problema deriva das condições materiais, sociais e culturais nas quais o aluno se apresenta. Todavia, afim de minimizar o problema a Robótica Educacional passa a ser uma ferramenta atrativa e que pode mudar a concepção desses estudantes de modo a aproximar a teoria e a prática.

Os conteúdos abordados durante as atividades foram escolhidos devido à importância para a disciplina de física por serem, também, pré-requisitos para os demais assuntos tratados durante o ano letivo. Como nem todo aluno daquela série foi estudante do SESI GFC, é fundamental a escolha para que também pudesse alinhar e uniformizar a turma. Alguns estudantes sequer conheciam a metodologia LEGO como a Robótica Educacional.

### 5.3.2. Realização das Atividades como Processo de Pesquisa

As atividades descritas e realizadas foram adaptadas do fascículo da metodologia LEGO ZOOM. Este material é fornecido aos alunos pela escola GFC, podendo este ficar para os estudantes após a realização das atividades.

Em todas as atividades, utilizando a metodologia LEGO ZOOM, os alunos recebem um fascículo, um manual de montagem, um documento para o relatório e cálculos, um kit contendo as peças necessárias para a montagem e, em alguns casos, materiais extras como: cronômetro, regra, transferidor, fita adesiva, etc.

Os fascículos abordam as atividades a serem desenvolvidas de maneira contextualizada, a fim de relacionar com o cotidiano do estudante, carregam consigo todas as etapas a serem seguidas durante o processo e, às vezes, também para a programação, comtemplam reflexões acerca do assunto e suas aplicações no cotidiano. O manual de montagem traz o passo a passo da montagem do aparato a ser utilizado no experimento de forma colorida e em duas dimensões, exigindo do aluno uma boa visão espacial do modelo a ser construído. O kit é uma maleta toda organizada em compartimentos onde encontram-se as peças disponíveis para a execução da montagem juntamente com o robô EV3.

A primeira atividade, conhecida como “O resgate”, tem como contexto a preparação de equipamentos para a cena de um filme de ação. Os alunos representarão a equipe técnica de efeitos especiais, e o desafio consiste em fazer com que o movimento de descida de um gancho de um guindaste esteja sincronizado com o movimento horizontal de um carro, sobre o qual se encontra um ator (representado por uma peça quadro) que deverá ser resgatado durante uma cena de ação. O grande desafio é sincronizar o tempo de descida do guindaste com a passagem exata do ator pelo ponto de resgate.

Como planejar esta cena evitando horas intermináveis de gravações e até acidentes? Quais grandezas devem ser identificadas e calculadas para que ocorra o sincronismo perfeito entre os dois movimentos? Essas são as questões norteadoras da situação proposta.

A atividade pressupõe que os conceitos trabalhados são de conhecimento dos alunos, ou seja, as funções matemáticas que regem o movimento retilíneo e uniforme. Os estudantes deverão realizar medidas, efetuar cálculos de distância, tempo e velocidade, além de associar os movimentos do guindaste e do carro.

A tabela 1 abaixo mostra o cronograma da atividade e seus respectivos tempos para realização.

Tabela 1 - Cronograma da atividade – O resgate.

| **ATIVIDADE** | **TEMPO (minutos)** |
|---|---|
| *Leitura do Fascículo* | *10* |
| *Organização, Montagem e Programação* | *30* |
| *Execução e preenchimento do relatório* | *50* |
| *Desmontagem* | *10* |
| ***TOTAL*** | ***100*** |

Fonte: Elaborada pelo autor.

O primeiro momento é formar equipes com quatro integrantes dividindo-os entre organizador, montador, programador e líder e dizer que a missão é preparar dois equipamentos para a cena de um filme de ação e em seguida, os alunos realizam a leitura da problematização contida no próprio fascículo. Para a construção do robô será necessário entregar para cada equipe um kit LEGO Mindstorms EV3, computadores para realizar a programação, um fascículo da LEGO ZOOM e o manual de montagens, a ficha de relatório, o qual se encontra nos anexos desta dissertação e alguns materiais extras como fita adesiva, cronômetro e folha sulfite A4.

O próximo passo, segundo momento, é questionar os estudantes sobre qual grandeza física pode-se calcular com esses materiais e com o protótipo que construirão. Perguntar quais são as unidades de medida usadas para representar a velocidade de um carro, como podemos calcular a velocidade com base na distância percorrida e no tempo gasto durante o percurso. Os estudantes devem concluir que, para determinar a velocidade do protótipo, divide-se a distância percorrida pelo tempo gasto. Para obter a sincronia, qual grandeza física é comum para o guindaste e o carro? Diante disso, que distância deve ser solto o carrinho para que o guindaste pegue a peça quadrada?

A Figura 6 ilustra parte da montagem do guindaste e do carrinho.

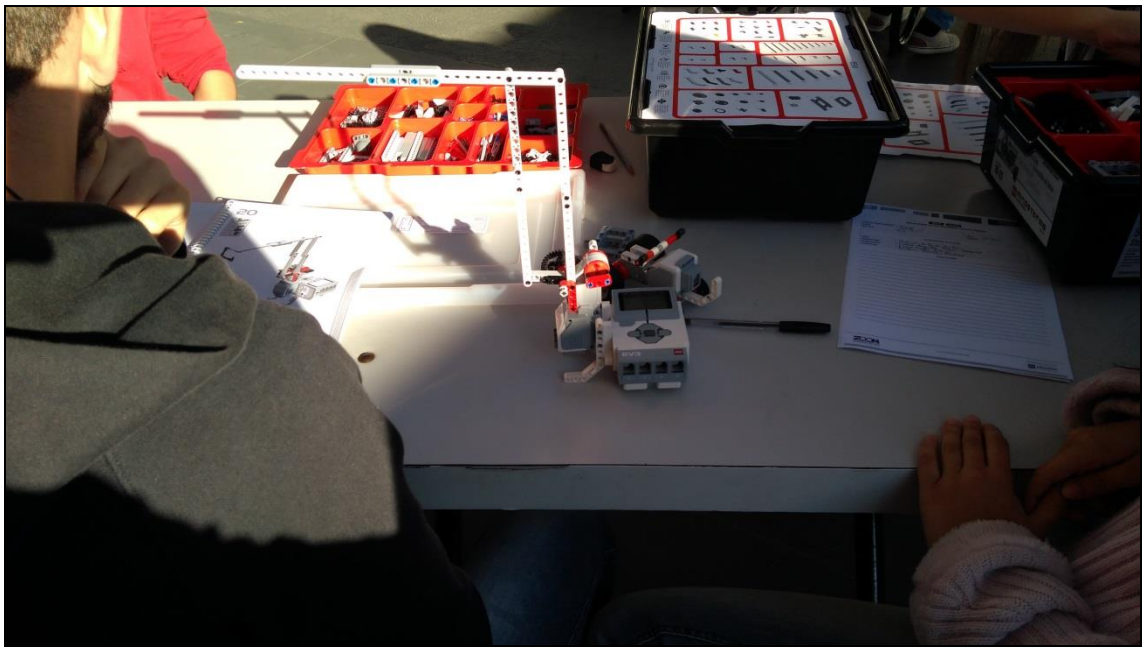

Figura 6: Realizando a montagem do guindaste.

Fonte: Arquivo do autor

No terceiro momento, após construir e programar o robô, cada equipe fará algumas medidas importantes como: o tempo de descida do guindaste, a determinação da velocidade do carrinho, determinação da distância entre o carrinho e o ponto de encontro com o guindaste. O tempo poderá ser medido através de um relógio de segundos, um cronômetro ou o celular, desde o momento de saída do guindaste da parte mais alta até o momento que chegar à parte mais baixa. Para medir a velocidade do carro, o aluno poderá marcar uma distância qualquer com a fita adesiva e determinar o tempo necessário para percorrer esta medida, encontrando a velocidade do protótipo. De posse destas informações, os alunos utilizam a fita adesiva para marcar a posição que de largada do carro para a perfeita sincronização dos movimentos. Neste momento, muitos alunos tiveram dificuldades, muitos não conseguiam relacionar as grandezas físicas envolvidas com a funcionalidade daquele experimento. Assim, realizei algumas intervenções acerca destes problemas como, a determinação da velocidade do carrinho para posteriormente sincronizar o tempo deste com o do guindaste.

A Figura 7 mostra alguns alunos determinando o posicionamento do carrinho em relação ao guindaste.

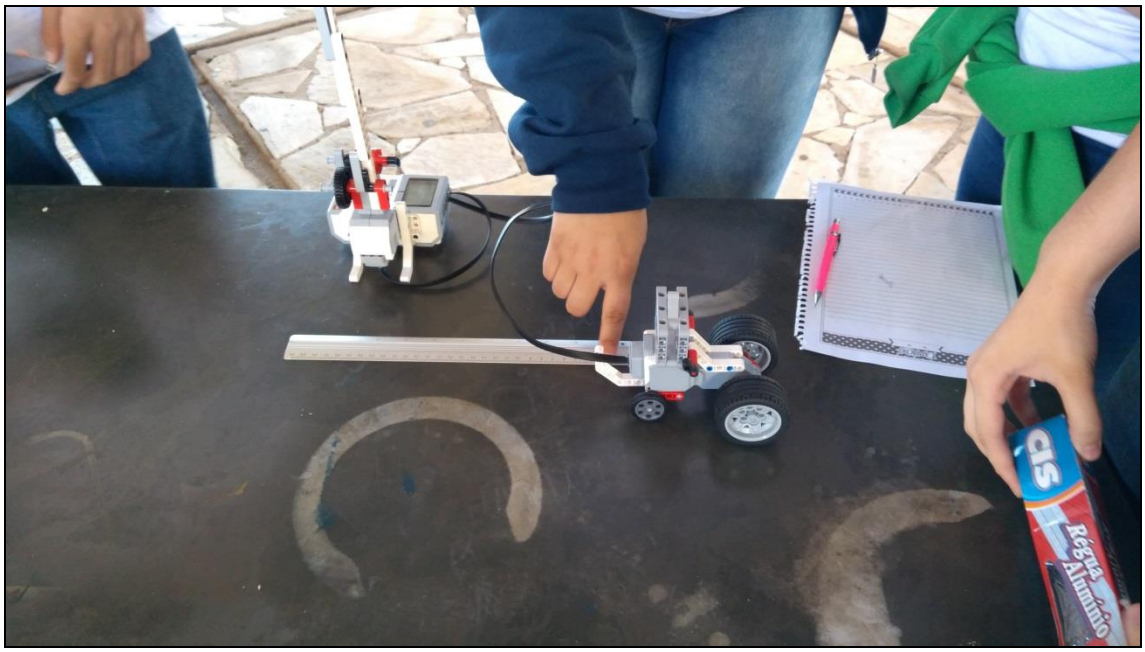


Figura 7: Determinação da distância entre o carro e o guindaste.
Fonte: Arquivo do autor

Durante toda a atividade foi observado a participação individual dos estudantes, além da cooperação para a realização do experimento. Foi avaliado como as equipes registraram os dados da observação no relatório e como explicaram a obtenção da distância entre o carro e o guindaste. Com essa atividade busca-se incentivar a capacidade crítica na análise de resultados, além da relação com as aulas teóricas.

Após a realização da atividade, os alunos se organizam para desmontagem de todo o material e recebem algumas perguntas para serem respondidas em casa junto com o relatório a ser preenchido. Seguem as perguntas:

1. Sem alterar a distância do carro ao guindaste e a altura do guincho, sua equipe deverá dobrar a velocidade do carro. Qual será o novo tempo de descida do guindaste?

2. Se a velocidade do guincho for triplicada, qual deverá ser a distância do carro ao guindaste para que a velocidade do veículo com a peça quadro, que representa o ator, não seja alterada?

A segunda atividade, intitulada “Cesta de 3 pontos”, tem como contexto a preparação de um jogador lançador de basquete. Se uma equipe está perdendo os jogos de basquete por não acertar a cesta com valor de três pontos, é preciso treinar um lançador, alguém que tenha uma ótima precisão. Os estudantes irão montar um robô lançador. Para tanto, deverão avaliar as variáveis envolvidas em um lançamento perfeito. O desafio proposto é: como ajustar o robô

lançador para realizar cesta de três pontos com um único lance? Essas questões envolvem os conceitos de movimento uniformemente variado em um lançamento oblíquo.

Como ajustar o robô lançador para realizar cesta de três pontos em um único lance? Quais as variáveis envolvidas em um lançamento perfeito? É importante saber que o robô lançador deverá acertar a cesta em uma única jogada é necessário, assim, determinar claramente as variáveis envolvidas e a programação planejada, pois essas questões embasam a situação proposta.

A atividade pressupõe que os conceitos trabalhados são de conhecimento dos alunos, ou seja, as funções matemáticas que regem os movimentos uniforme e uniformemente variado, os movimentos sob a ação da gravidade e a representação cartesiana da altura e do alcance do corpo lançado. Os estudantes deverão realizar medidas, efetuar cálculos para prever o alcance da bola em situações de lançamentos horizontal e oblíquo.

A tabela 2 abaixo mostra o cronograma da atividade e seus respectivos tempos para realização.

Tabela 2 - Cronograma da atividade – Cesta de três pontos.

| **ATIVIDADE** | **TEMPO (minutos)** |
|---|---|
| *Leitura do Fascículo* | *10* |
| *Organização, Montagem e Programação* | *20* |
| *Execução e preenchimento do relatório* | *60* |
| *Desmontagem* | *10* |
| ***TOTAL*** | ***100*** |

Fonte: Elaborada pelo autor.

O primeiro momento é formar equipes com quatro integrantes dividindo-os entre organizador, montador, programador e líder e dizer que a missão é montar e programar um robô lançador. O qual o desafio consiste em acertar um buraco em uma caixa de sapato (ou caixa de papelão) com uma única tentativa. Para a construção do robô será necessário entregar para cada equipe um kit LEGO Mindstorms EV3, computadores para realizar a programação, um fascículo da LEGO ZOOM, o manual de montagens, a ficha de relatório, o qual se encontra nos anexos desta dissertação e alguns materiais extras como fita adesiva, transferidor, caixa de sapato (ou caixa de papelão), papel carbono e folha sulfite A4.

A Figura 8 mostra um dos alunos programando a missão do robô lançador.

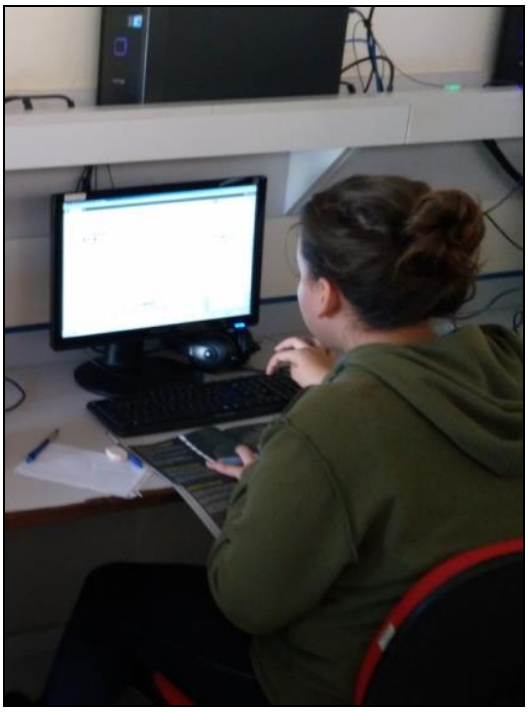

Figura 8: Realizando a programação do robô lançador.

Fonte: Arquivo do autor

A próxima etapa, o segundo momento, questionar aos estudantes quais os principais fatores que devem ser considerados para um arremesso certeiro? Indagar se esse arremesso depende principalmente da distância à cesta, do ângulo e da velocidade de lançamento. Então, a questão é: como programar um robô lançador para realizar essa tarefa com a máxima precisão?

Após esse debate inicial, peça para que cada grupo responda as seguintes perguntas no relatório.

1) Qual a relação entre a potência do motor (velocidade de lançamento) e o ângulo de lançamento?

2) Como se calculam a velocidade e o alcance?

3) Ao fixar a potência do motor, de que forma é possível calibrar o ângulo de lançamento do robô?

Já no terceiro momento, após construir e programar o robô cada equipe fará alguns testes importantes com diferentes ângulos. Para a programação, as equipes devem fixar a potência dos motores A e B em um mesmo valor sincronizando o tempo de funcionamento em cinco segundos. Para variar o ângulo, cada equipe deverá posicionar o lançador com ângulo inicial 0º. A cada volta da manivela, há variação de um dente da catraca – a

circunferência (360º) usa 24 dentes. Logo, temos uma variação de 15º no ângulo a cada volta na manivela, além disso as equipes também contarão com transferidor caso prefiram ou queiram conferir a sua medida. As equipes deverão fazer testes com os ângulos 0º, 15º, 30º e 45º. No início, não é preciso da cesta para os testes. Basta usar fita adesiva e colar um papel sulfite no chão para descobrir o alcance dos lançamentos.

Nesse mesmo momento, cada grupo deverá responder as seguintes perguntas no relatório.

1) O que acontece com o lançamento se mudarmos o ângulo sem mudar a velocidade?

2) O que acontece com o lançamento se mudarmos a velocidade sem mudar o ângulo?

Chega então a hora da verificação! As equipes deverão preparar a bolinha de isopor, espetando nela 15 pregos curtos. Confeccionar a cesta com a caixa de sapato ou de papelão fazendo um círculo com diâmetro de 10 cm da tampa da caixa. Assim, com apenas um lançamento, o grupo deverá acertar este buraco com a bolinha de isopor.

No quarto e último momento, após a conclusão do experimento, os alunos receberão um questionário para responder em casa, contendo as seguintes perguntas:

1) Sem alterar a distância do carro ao guindaste e a altura do guincho, sua equipe deverá dobrar a velocidade do carro. Qual será o novo tempo de descida do guindaste?

2) Se a velocidade do guincho for triplicada, qual deverá ser a distância do carro ao guindaste para que a velocidade do veículo com a peça quadro, que representa o ator, não seja alterada?

Em seguida, os alunos se organizam para a desmontagem e organização do kit para entrega ao professor.

Em todos os momentos, observei a participação individual dos estudantes, além da cooperação para a realização da atividade. Avaliei como as equipes registraram os dados da observação no relatório e como explicaram a obtenção da distância do robô lançador até a cesta (buraco na tampa da caixa de sapato). Essa atividade incentiva a capacidade crítica na análise de resultados.

Após as atividades práticas realizadas com os estudantes, todos deverão se reunir em um período extraclasse para completar o preenchimento do relatório e responderem aquilo que ficou pendente durante o processo. Em uma data estipulada pelo professor, os mesmos devem entregar os seus relatórios completos.

Os relatórios irão levar os alunos aos questionamentos das grandezas envolvidas no processo e as relações que estabelecem entre si, além de estimular e desafiar o estudante para as situações que irão enfrentar durante suas avaliações cotidianas.

### 5.3.3. Levantamento das Concepções dos Estudantes Após as Atividades de Robótica Educacional

Após a primeira atividade de Robótica Educacional, os estudantes, além de muito empolgados por ser uma atividade lúdica, reconheceram que existe uma conexão entre o que foi estudado em sala de aula e a prática. Em um questionário entregue aos alunos após a atividade, 84% dos estudantes relataram conseguir associar a teoria e a prática, os demais alegaram problemas com o tempo de realização da atividade, seja na montagem e/ou nos cálculos. Mesmo que alguns alunos alegaram que o tempo foi um fator que limitou a conexão entre teoria e prática, muitos deles conseguiram se envolver e atingir o objetivo esperado.

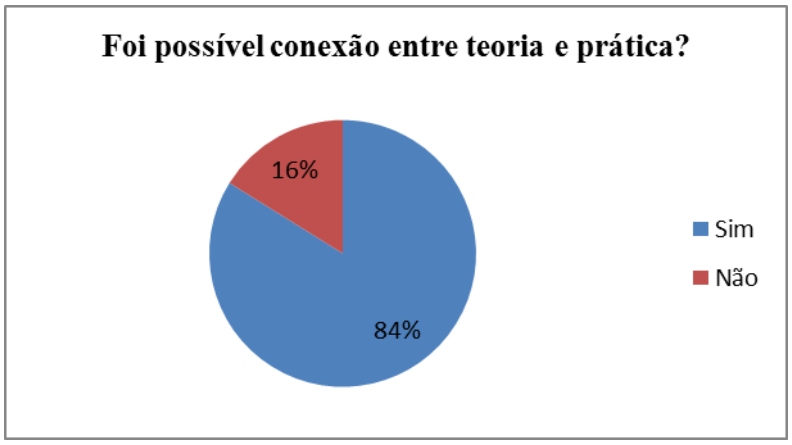


Figura 9: Sobre ocorrer a conexão entre a teoria de sala de aula e a prática envolvida.

Fonte: Arquivo do autor.

Muitos alunos relataram ter enfrentado dificuldades durante o processo, a grande maioria colocou o tempo como um grande limitador da atividade. Cerca de 87% dos estudantes disseram ter enfrentado dificuldades durante o tempo estipulado para a atividade.

Figura 10: Sobre enfrentar dificuldades durante a realização da prática.

Fonte: Arquivo do autor.

Apesar de muitos colocarem o tempo de realização da atividade como fator limitador da atividade, acredito que a maioria estranhou o primeiro contato com a metodologia LEGO com aplicação no Ensino Médio. Neste contexto, foi observado que muitos não administraram o tempo corretamente, alguns se dispersaram durante as atividades, outros não conseguiram entender a lógica de montagem e/ou programação, entre outros fatores que limitaram o tempo da aula. Contudo, muitos grupos levaram tarefa a mais para ser realizada extraclasse. Muitos reconheceram que poderiam ter se empenhado mais e contribuído de forma mais efetiva no trabalho em grupo.

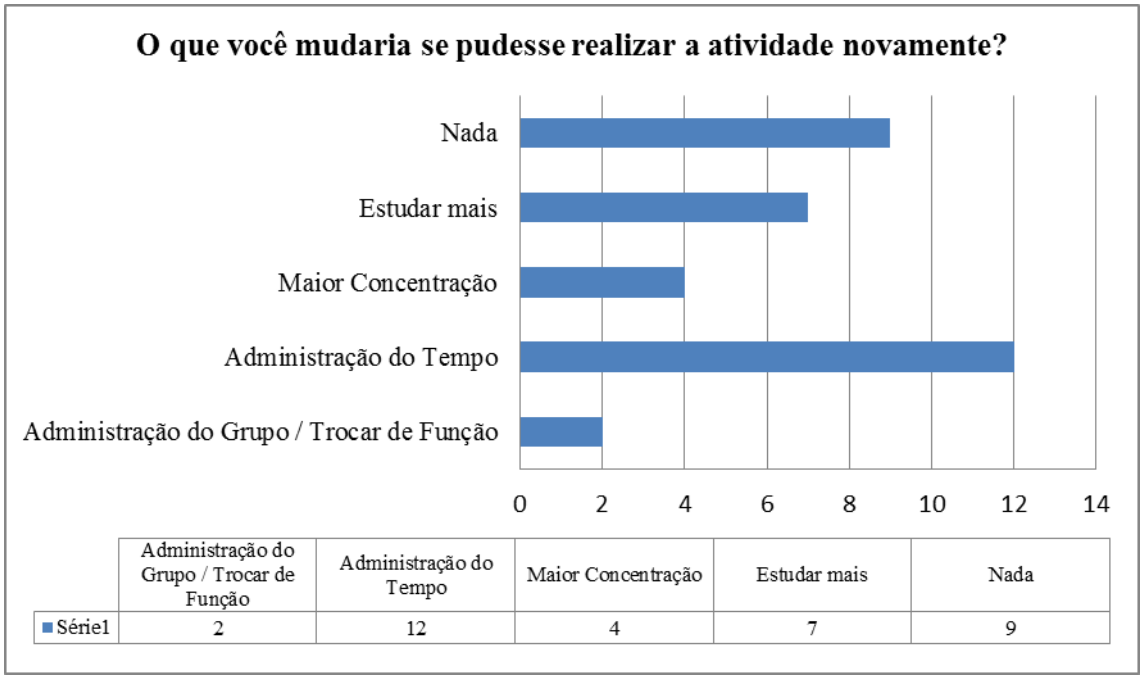


Figura 11: Sobre o que mudar se pudesse realizar a atividade novamente.

Fonte: Arquivo do autor

No geral, grande parte dos estudantes tiveram uma boa impressão da metodologia utilizada. Em uma das perguntas do questionário, após a realização da primeira atividade sobre a percepção da metodologia utilizada, tivemos muitas respostas positivas. A figura 12 abaixo mostra as diversas percepções elencadas neste questionário.

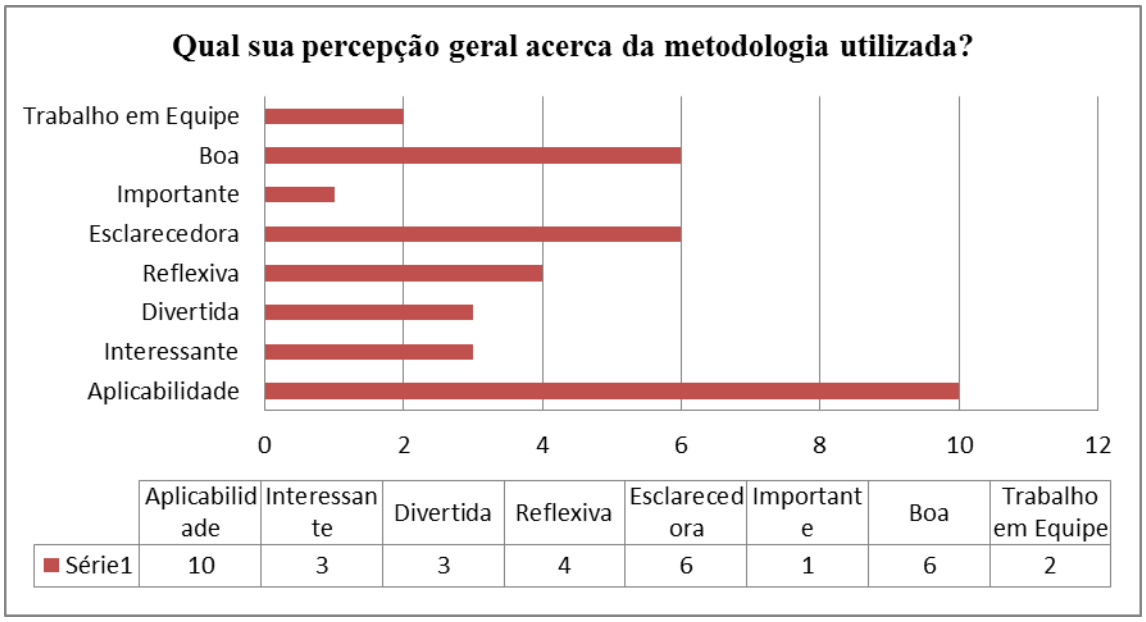


Figura12: Sobre a percepção geral da metodologia utilizada.

Fonte: Arquivo do autor.

Já na segunda atividade, a Cesta de 3 pontos, os alunos conseguiram administrar melhor o tempo, porém sentiram dificuldades em trabalhar com os cálculos, sobretudo em relacionar as variáveis, mesmo sendo oferecido um roteiro orientado (Apêndice 3). A figura 13 a seguir mostra a percepção dos estudantes com relação às dificuldades enfrentadas pelos grupos.

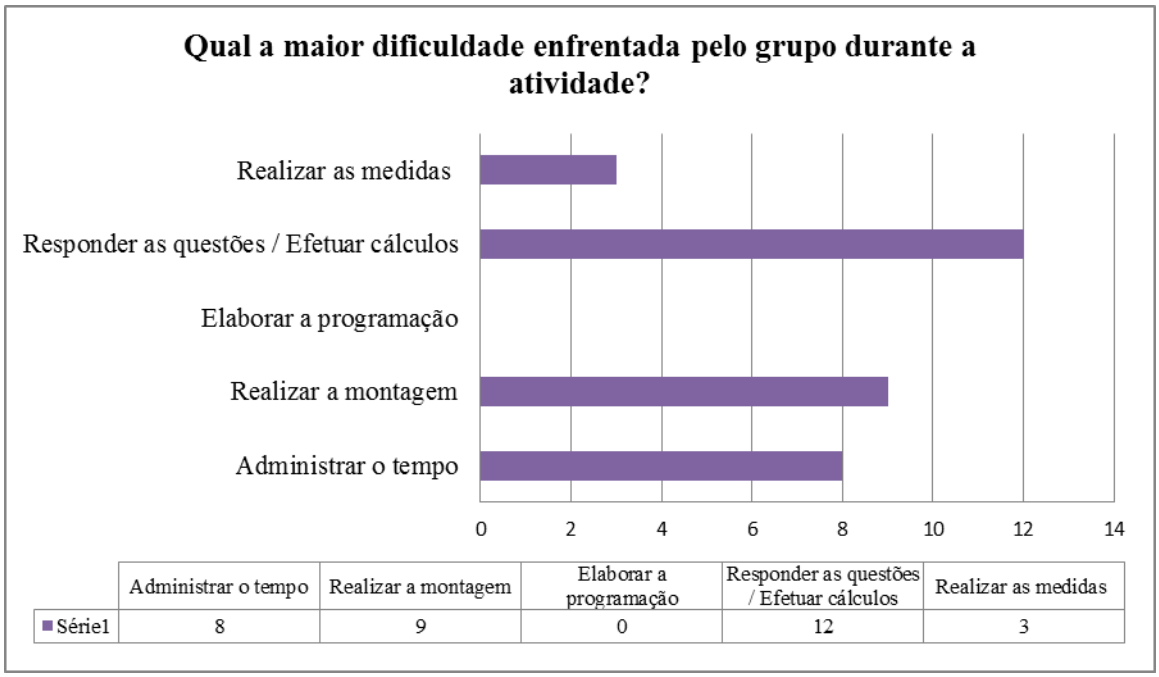


Figura 13: Sobre qual a maior dificuldade enfrentada pelo grupo durante a atividade.

Fonte: Arquivo do autor.

A metodologia da Robótica Educacional além de conectar a teoria à prática facilitando o aprendizado, também trabalha outros valores, sobretudo porque se realiza em grupos. O trabalho em equipe constrói conhecimentos relacionados à paciência, à tolerância, a divisão de tarefas, o respeito, a responsabilidade, entre outros. A grande maioria concorda que o trabalho em equipe facilita a aprendizagem, segundo os dados da figura 14 abaixo.

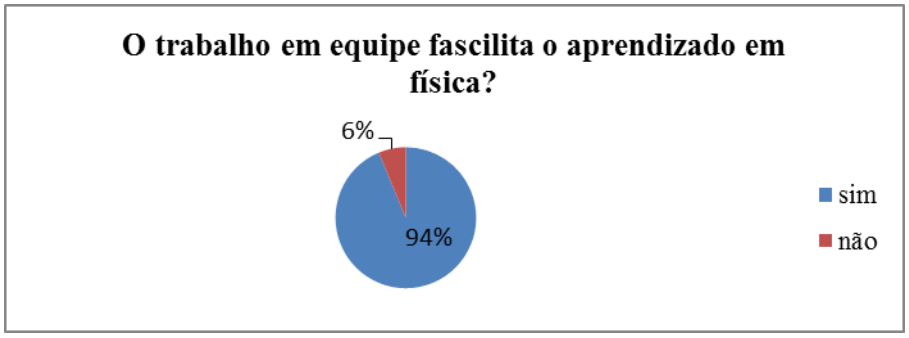


Figura 14: Sobre o trabalho em equipe na aprendizagem da física.

Fonte: Arquivo do autor.

Apenas dois estudantes discordaram da atividade em grupo, alegando gerar bagunça e conflitos de pensamentos, a metodologia instiga exatamente o confronto das ideias, procurando se respeitar e tomando decisões que favoreçam todo o grupo. Os demais que concordaram que o trabalho em equipe facilita o aprendizado. Segundo eles, a metodologia ajuda a troca de experiências, eles descobrem outras formas de raciocinar e se ajudam mutuamente. Na figura 15 abaixo, eis a opinião dos alunos.

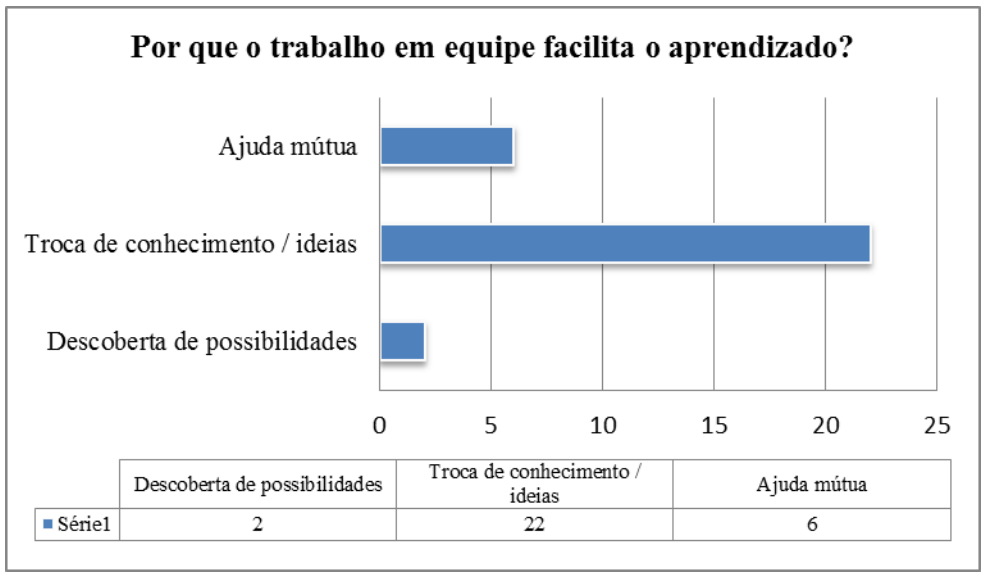


Figura 15: Sobre o porquê o trabalho em equipe favorece a aprendizagem.

Fonte: Arquivo do autor.

### 5.3.4. Análise dos Resultados

Percebemos que essa atividade (robótica educacional) permitiu aos estudantes relacionarem a formulação de uma situação-problema de Física com sua expressão em linguagem matemática, utilizarem terminologia científica adequada para descrever movimentos de situações cotidianas, de forma prática e tecnológica.

Devido ao tempo ser limitado a cem minutos e as atividades serem divididas de forma a administrarem o tempo, em algumas etapas o tempo foi extrapolado. Em um dos grupos a montagem do guindaste ficou errada, dessa forma o guindaste não descia a ponto de pegar o boneco. Em dois dos grupos o carrinho estava andando desalinhado, tudo isso porque a rodinha estava tocando na estrutura do carrinho. Em três deles, a programação teve que ser refeita, pois os motores estavam invertidos e os cabos conectados em portas trocadas. Tudo isso gerou um retrabalho e acabou impedindo a conclusão do projeto no tempo previsto. Já na segunda atividade, os grupos evoluíram e administraram melhor o tempo.

Ao final dos trabalhos, os estudantes agradeceram a oportunidade e, principalmente, puderam verificar o quanto a concentração e administração do tempo são fatores importantes para o desenvolvimento da atividade. A proposta levou os alunos a repensarem sobre a maneira que realizam suas provas na escola e, sobretudo, como devem administrar o tempo durante a realização de um processo seletivo como o ENEM.

Numa avaliação informal (relatório), as questões envolvendo as fórmulas matemáticas dos movimentos uniforme e uniformemente variado foram aplicadas de maneira consciente pelos alunos após a realização da atividade. Em exercícios, como o encontro de dois móveis, alguns alunos apenas decoravam que se igualassem as funções dos dois móveis descobririam o tempo de encontro. O experimento trouxe uma visão concreta do porquê o procedimento matemático é realizado.

Após a atividade, muitos grupos conversaram a respeito de suas falhas, sobre os aspectos positivos e negativos e, sobretudo, reconheceram que é preciso evoluir. A atividade trouxe uma aplicação da teoria física vista em sala de aula no cotidiano, num ambiente fora das quatro paredes da sala, e, também, uma reflexão sobre o quanto cada componente do grupo tem que se responsabilizar pelas suas tarefas, pois o resultado do trabalho grupal depende de todos.

# 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos, percebemos que a Robótica Educacional aplicada nas aulas de física nas turmas do 1º ano da escola SESI GFC, em Uberlândia-MG no ano de 2017, teve boa aceitação pelos estudantes envolvidos na pesquisa. Durante as atividades propostas, os alunos se envolveram ativamente, utilizaram os conceitos científicos adequados, relacionaram as unidades envolvidas nas grandezas físicas em questão, aprenderam de forma significativa alguns conceitos físicos envolvidos na atividade. Assim, a prática com a Robótica Educacional, envolvendo velocidade média, tipos de movimentos e lançamentos de projéteis, colaborou significativamente para o entendimento das aulas teóricas e os resultados das avaliações, principalmente para alunos com mais dificuldades em física.

Durante as atividades desenvolvidas os alunos mostraram, no momento de problematização, que possuíam o conhecimento prévio e do senso comum das grandezas físicas envolvidas no tema estudado, mas ainda tinham dificuldades de associá-las ao conhecimento científico. A prática trouxe a possibilidade de confrontar a teoria e o cotidiano, fazendo correlações com a realidade do aluno e a teoria aprendida dentro de sala de aula. Justificou-se a realização dessa atividade de forma prática e tecnológica.

No momento da prática, os estudantes conseguiram realizar o trabalho em grupo com muita tranquilidade, mesmo dividindo tarefas todos se envolveram de maneira global a fim de atingir um único propósito. Assim, observamos a interação dos alunos durante as discussões em grupo e como os mesmos resolviam os problemas diante das situações impostas. A Robótica Educacional possibilita a troca de experiência, algo não trabalhado dentro de uma sala de aula com metodologias tradicionais.

O processo trouxe uma sensação de conquista e prazer aos estudantes, pois ao final da aula, vendo todo aquele trabalho desenvolvido sendo realizado por um robô e podendo relacionar os conceitos físicos, era só comemorar. Os alunos saíram contentes com o que aprenderam e realizaram, mesmo aqueles que tiveram alguns problemas durante a prática entenderam quais os fatores que impediram a conclusão do trabalho naquele momento. Saíram dispostos e ansiosos para a próxima aula com a metodologia LEGO.

Com o tempo disponível, os alunos deveriam responder o relatório em um momento extraclasse. Assim, eles se reuniram em um outro período para poder concluir o trabalho. Com o preenchimento do relatório, na aplicação do conhecimento, cada grupo mostrou-se

empolgado em sua realização, apesar de encontrar dificuldades como a aplicação das fórmulas e a matemática básica. Os alunos explicaram como fizeram as montagens dos protótipos e explicaram o funcionamento dos mesmos. Explicitaram as medidas das grandezas realizadas bem como a interpretação e os cálculos feitos. É importante lembrar que o professor tem bastante influência nesse momento diante das suas mediações e intervenções, e o sucesso do trabalho depende disso. Faz-se necessário uma mediação que seja previamente planejada com os estudantes sobre a organização, a montagem, a programação e os testes realizados com o protótipo construído em cada atividade proposta.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a utilização da Robótica Educacional como ferramenta pedagógica nas aulas de Física no Ensino Médio permite a aprendizagem colaborativa, o que faz com que todos compartilhem os conhecimentos, as habilidades e as competências adquiridas. Isso favorece a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, visto que os alunos percebem a importância do que estão aprendendo para suas vidas. Além disso, desenvolve a responsabilidade dos alunos, ajudando-os a trabalhar em grupo, seguir regras e funções estabelecidas por eles mesmos, bem como pela sociedade.

# 7. REFERÊNCIAS


ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, 2003.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

_____. D. P. A **aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

_____. , NOVAK , J. D., HANESIAN , H. **Psicologia Educacional**. Ed. Interamericana, 2. Ed, Rio de Janeiro: 1980. 626p.

_____. **Algunos aspectos psicológicos de la estrutuctura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

_____. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

DELORS, Jacques. Educação: *um tesouro a descobrir*. UNESCO, MEC. São Paulo: Cortez Editora, 1999. P. 89.

FEITOSA, J. G.; RAMOS, R.; OLIVEIRA, R. D.; JUNIOR, A. S.; OLIVEIRA, R. S. **Robótica educacional utilizando lego como facilitador no processo ensino e aprendizagem da disciplina física (8ª série).** Santo André, São Paulo, 2007.

FERREIRA, D. B.; VILLANI, A. Uma Reflexão Sobre Prática E Ações Na Formação De Professores Para O Ensino De Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 63-76, 2002.

LEITE, S. A. S. Afetividade nas práticas pedagógicas. **Temas em Psicologia**. Campinas: v. 20, n. 2, p. 355-368, 2012. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v20n2/v20n2. Acesso em: 03/04/2018.

MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(1), pp. 16-24, 2011.

MOREIRA, M. A. O **que é a final aprendizagem significativa?** Qurriculum, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa crítica. 2010.** Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf. Acesso em: 31 jul. 2013.

_____. **Aprendizagem Significativa Subversiva.** Série Estudos – periódico do mestrado em educação da UCDB. Campo Grande, n. 21, p. 15-32, 2006.

_____. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2005.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica Educacional: uma experiência construtiva**. 2003. Dissertação de Mestrado em Ciências da Computação – Universidade Federal de Santa Catarina.

POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 3ª. ed. São Paulo: Artes Medicas, 1998.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Trad. NEVES, B. A. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RABELO, Ana Paula Stoppa. **Robótica educacional no ensino de Física**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado Nacional Professional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Goiás, Catalão.

ROBILOTTA, M. R. **O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da Física.** Caderno Catarinense de Ensino de Física (Florianópolis), 5 (Número Especial): p. 7-22, 1988.

SILVA, A. **RoboEduc:** Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. Natal, 2009.

SOUSA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A.; MATHEUS, T. A. M. A Resolução de Situações-Problema Experimentais No Campo Conceitual Do Eletromagnetismo: Uma Tentativa De Identificação De Conhecimentos-Em-Ação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** Belo Horizonte, v. 5, n. 3, 2005.

STOPPA, Marcelo Henrique. **A Robótica Educacional em Experimentos Elementares de Física.** Instrumento (Juiz de Fora), v. 15, p. 1-15, 2012.

TASSONI, E. C. M. **Afetividade e aprendizagem**: a relação professor-aluno. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 23., 2000, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPEd, 2000. Disponível em: <http://www.cursosavante.com.br/cursos/curso40/conteudo8232.PDF>. Acesso em 03/03/2018.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física (São Paulo), vol. 24, n. 2, p. 87-96, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. (Org.). Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Ícone, 1998. p. 103-117.

_____. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 3ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989. 168p. (Coleção Psicologia e Pedagogia. Nova Série).

_____, Leontiev, Luria. - **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. SP, Icone, 1988.

_____. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

_____. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____, Leontiev, Luria. - Psicologia e Pedagogia. Lisboa, Estampa, 1977.

# ANEXO 1

## QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL – 1º ano EM

**Professor**: *Wesley Borges Costa* Aluno(a): _____
**Atividade 1**: *O Resgate*

### Antes da aula

1) Você já trabalhou com a robótica educacional? Se sim, em quais séries?

_____

_____

2) Com relação à disciplina de física, o conteúdo pra você é muito fácil, fácil, moderado, difícil, ou extremamente difícil? Por quê?

_____

_____

_____

_____

3) Como você acredita que a robótica educacional nas aulas de física poderá contribuir para o seu aprendizado?

_____

_____

_____

_____

_____

4) Por que você escolheu ser Montador, Organizador, Líder ou Programador? Por quê?

_____

_____

_____

_____

_____

# ANEXO 2

## QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL – 1º ano EM

**Professor**: *Wesley Borges Costa* Aluno(a): _____
**Atividade 1**: *O Resgate*

### Após a aula

1) Foi possível realizar a conexão entre a teoria e a prática? Se não, por quê? Caso sua resposta seja sim, cite alguns desses momentos.

_____
_____
_____
_____

2) Você enfrentou dificuldades durante o tempo da aula? Se sim, quais?

_____
_____
_____
_____
_____

3) Se pudesse fazer a aula novamente o que você mudaria?

_____
_____
_____
_____
_____

4) Qual sua percepção geral da metodologia utilizada?

_____
_____
_____

# ANEXO 3

## QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL – 1º ano EM

**Professor**: Wesley Borges Costa Aluno(a): _____
**Atividade 2**: *Cesta de 3 pontos!*

1) Alguns temas da física, como a cinemática, é melhor aprendido com:
   - o Aula expositiva.
   - o Exercícios.
   - o Metodologia LEGO.
   - o Outros.

2) O trabalho em equipe facilita o aprendizado?
   - o Sim
   - o Não

Por que?

_____

_____

3) Durante a atividade o que mais você gostou? Marque apenas uma opção.
   - o Da separação e montagem do robô.
   - o Da programação.
   - o Da ligação entre a teoria e a prática ao preencher o relatório.
   - o Outros.

4) Qual a maior dificuldade enfrentada pelo grupo durante a montagem?
   - o Administrar o tempo.
   - o Realizar a montagem.
   - o Elaborar a programação.
   - o Responder as questões.
   - o Outros.

     _____