

**MARCOS FABRÍCIO CAMPOS TAVARES**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ROBÓTICA  
EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO NA FÍSICA DO BATE ESTACAS E  
ELEVADOR.**

**ALFENAS – MG  
AGOSTO, 2019**

**MARCOS FABRÍCIO CAMPOS TAVARES**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ROBÓTICA  
EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO NA FÍSICA DO BATE ESTACAS E  
ELEVADOR.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (UNIFAL-MG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães.

ALFENAS, MG  
AGOSTO, 2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO  
ROBÓTICA EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO NA FÍSICA DO BATE ESTACAS E  
ELEVADOR**

Marcos Fabrício Campos Tavares

Orientadora: Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (UNIFAL-MG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Física.

Aprovada por:

---

Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães

---

Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel

---

Dr. Péerson Pereira Neves

ALFENAS – MG  
AGOSTO, 2019

## **AGRADECIMENTOS**

Muito obrigado aos profissionais que fizeram parte da minha formação docente. Agradeço também aos colegas da minha turma de mestrado, a turma 1/2017 do MNPEF- Polo 28 da Universidade Federal de Alfenas, MG.

A cada professor que dedicou tempo, esforço, conhecimento e paciência com cada um de nós, discentes do Mestrado, meu eterno reconhecimento e gratidão.

À minha orientadora e agora amiga, Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães, muito obrigado pelo incentivo, responsabilidade e excelência na condução dessa parceria que tanto foi importante para meu amadurecimento acadêmico e humano. Deus lhe ilumine e guarde.

Agradeço aos amigos que fiz durante essa jornada, que compartilharam histórias, experiências docentes, acadêmicas e a parceria nos estudos, nos trabalhos e nos seminários. Desejo a todos, saúde e sucesso em vossas caminhadas!

Agradeço por fim, à Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela oportunidade e oferecimento deste Mestrado Profissional e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*Dedico esse trabalho a Deus, causa primária e de inteligência suprema de todas as coisas. À minha família, amigos e alunos que participaram dessa dissertação. Em especial à minha esposa Paula e minhas filhas Áyra e Alana pela motivação e incentivo ao longo desse período. A meus pais José e Maria por mostrarem que através dos estudos poderia ir onde quisesse. Muito obrigado!*

## RESUMO

Atualmente muitas escolas possuem em suas grades curriculares o uso da Robótica educacional como ferramenta motivadora e complementar ao ensino de Matemática e de Ciências Naturais, visando reproduzir fenômenos presenciados em situações cotidianas. Contudo, no ensino de Física, há uma tendência de haver estratégias metodológicas tradicionais, necessitando de mais estudos em relação a possíveis abordagens de ensino e de aprendizagem que se traduz em maior interesse pelos alunos. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar as contribuições e as limitações da interação entre a Robótica Educacional e a Gamificação na proposição de uma sequência didática voltada ao ensino de Física utilizando o *kit* Educacional Lego *Mindstorms* EV3. Participaram do estudo, 60 alunos de duas turmas do ensino médio pertencentes ao curso Técnico Integrado em Eletrônica de uma escola de ensino médio articulada ao profissionalizante localizada em Varginha – MG. A pesquisa qualitativa, de caráter investigativo, com orientação analítico-descritiva, analisou a proposta por meio dos dados coletados de questões abertas respondidas pelos participantes de dois grupos intitulados Turma X e Turma Y, que participaram das atividades de aplicação de práticas de Robótica Educacional Tradicional e atividades de Robótica *Gamificada*. Os dados, ao final deste estudo, mostraram que: as práticas *Gamificadas* aliadas a conteúdos da Física influenciaram sobremaneira no desempenho dos alunos, na qualidade dos trabalhos individuais, coletivos e na retenção de conhecimento, uma vez que os fatores motivacionais desenvolveram nos discentes, o desejo da pesquisa, da associação dos conteúdos abordados com fenômenos cotidianos, abraçando assim o conceito central da teoria da aprendizagem proposta por David Ausubel.

**Palavras- chave:** Robótica educacional. Gamificação. Energia. Potência. Aprendizagem Significativa. Ensino de Física.

## ABSTRACT

Currently, many schools have in their curricula the use of educational robotics as a motivating and complementary tool to the teaching of Mathematics and Natural Sciences, in order to reproduce phenomena witnessed in everyday situations. However, in Physical Education there is a tendency to have traditional methodological strategies. This requires more studies in relation to possible Teaching and learning approaches that produce greater interests to the students. In this way, the objective of this work was to evaluate the contributions and limitations of the interaction between Educational Robotics and Gamification, and the proposition of a didactic sequence using the Lego Mindstorms EV3 Educational Kit. Sixty students from two high school classes from a professional technical school located in Varginha – MG participated on this project. The project was Qualitative research, with an analytical-descriptive orientation. It analyzed the proposal through the data collected from open questions, answered by the participants of two groups entitled Class X and Class Y. They participated the activities of Traditional Educational Robotics and Game Robotics. The data, at the end of this study, showed that the Gamified practices allied to the contents of Physics greatly influenced in the students' performance, in the quality of the individual and collective works, and in the knowledge retention, since the motivational factors developed in the students, the desire of approached, of the contents association taught with everyday phenomena, thus embracing the central concept of the learning theory proposed by David Ausubel.

**Key-words:** Educational Robotics. Gamification. Energy. Meaningful. Potency. Meaningful Learning. Physics Teaching.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> -	Fases do Jogo e Pontuações – Bate Estacas	50
<b>Tabela 2</b> -	Fases do Jogo e Pontuações – Elevador	51
<b>Tabela 3</b> -	Valores Mínimos Para Cargas Verticais	54
<b>Tabela 4</b> -	Dados de Referência para o Experimento	55
<b>Tabela 5</b> -	Carga Total da Construção	56
<b>Tabela 6</b> -	Tabela Comparativa Entre Tipos de Solos em Função do Número de Golpes	56
<b>Tabela 7</b> -	Tabela para Preenchimento de Dados do Ensaio SPT.	57
<b>Tabela 8</b> -	Tipos de Fundação em função da Área.	58

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Questão 1 – Robótica Tradicional	67
<b>Gráfico 2</b>	Questão 2 – Robótica Tradicional	67
<b>Gráfico 3</b>	Questão 3 – Robótica Tradicional	68
<b>Gráfico 4</b>	Questão 1 – Robótica <i>Gamificada</i>	75
<b>Gráfico 5</b>	Questão 2 – Robótica <i>Gamificada</i>	75
<b>Gráfico 6</b>	Questão 3 – Robótica <i>Gamificada</i>	76

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> -	Aprendizagem Mecânica e aprendizagem significativa	24
<b>Figura 2</b> -	Robôs (R.U.R) de Kapel Capek, 1921	27
<b>Figura 3</b> -	Materiais utilizados em robótica educacional	30
<b>Figura 4</b> -	Tela de programação LOGO	32
<b>Figura 5</b> -	Evolução dos robôs do kit Lego	32
<b>Figura 6</b> -	Aplicativo para mover robôs no Lego Mindstorms EV3	33
<b>Figura 7</b> -	Bloco lógico programável EV3, sensores e motores	34
<b>Figura 8</b> -	Ambiente de programação Lego EV3	35
<b>Figura 9</b> -	Blocos e paletas da tela de programação EV3	36
<b>Figura 10</b> -	Estrutura da <i>Gamificação</i>	40
<b>Figura 11</b> -	Organização das etapas da pesquisa	44
<b>Figura 12</b> -	Composição de aulas da robótica educacional	46
<b>Figura 13</b> -	Fotos da prática do bate-estacas e do elevador	49
<b>Figura 14</b> -	Teste SPT (Standard Penetration Test)	52
<b>Figura 15</b> -	Tipos de Fundação	53
<b>Figura 16</b> -	Forças num pilar de sustentação	55
<b>Figura 17</b> -	Desenho esquemático de elevadores sem e com contrapesos	59
<b>Figura 18</b> -	Modelo de associação de polias	65
<b>Figura 19</b> -	Histórico sobre os primeiros elevadores	66
<b>Figura 20</b> -	Mapa mental sobre o tema energia	70
<b>Figura 21</b> -	Gráfico profundidade x número de golpes	71
<b>Figura 22</b> -	Relatório da prática sobre funcionamento do Elevador	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EV3	<i>Evolution</i>
FIRST	For Inspiration and Recognition of Science and Technology
FNDEP	Fundo Nacional em Defesa da Escola Pública
IMT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
KN	Quilo newtons
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
MTF-I	Métodos, técnicas e ferramentas para inovação
NXT	<i>Next</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RCX	<i>Robotic Command Explorer</i>
RIS	<i>Robotics Invention System</i>
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	18
2.1	O ensino médio no Brasil .....	18
2.2	O ensino de física: pressupostos legais e teóricos .....	20
2.3	Aprendizagem significativa .....	24
3	DOS ROBÔS À ROBÓTICA EDUCACIONAL E A GAMIFICAÇÃO .....	26
3.1	A robótica Lego.....	30
3.1.1	<i>A Composição do Kit EV3 LEGO® Mindstorms</i> .....	32
3.1.2	<i>EV3: O Software</i> .....	34
3.1.3	<i>Blocos e Paletas de Programação</i> .....	35
3.2	Gamificação .....	37
4	OBJETIVOS.....	41
4.1	Objetivo geral .....	41
4.2	Objetivos específicos .....	41
5	A PROPOSTA METODOLÓGICA .....	42
5.1	Sujeitos da pesquisa .....	44
5.2	Construção da sequência didática .....	45
5.2.1	<i>Aula de Robótica Tradicional</i> .....	48
5.2.2	<i>Aula de Robótica Gamificada</i> .....	49
5.3	Desafios do bate estacas .....	51
5.3.1	<i>Realização do Teste SPT</i> .....	52
5.3.2	<i>Cálculo de Carga nas Edificações</i> .....	54
5.4	Desafios do elevador .....	58
5.4.1	<i>Testes com o Elevador</i> .....	59
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	61
6.1	Descrição das aulas tradicionais .....	61
6.2	Descrição das aulas Gamificadas .....	62
6.3	Análise dos registros produzidos pelos alunos .....	62
6.3.1	<i>Registros das Aulas de Robótica Tradicional</i> .....	63
6.3.2	<i>Registros das Aulas de Robótica Gamificadas</i> .....	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78
	REFERÊNCIAS .....	79
	APÊNDICES .....	83

## 1 INTRODUÇÃO

A geração de alunos que chega aos inúmeros bancos escolares, não é mais a mesma de 30 anos atrás, buscam novas formas de aprender e de interagir.

Em contrapartida apresentam grande dificuldade nas disciplinas de exatas, em específico, a Física, provavelmente sendo potencializada pela abordagem pedagógica de muitos docentes.

As aulas de Física são baseadas em um conjunto de fórmulas capazes de resolver problemas do ENEM e dos vestibulares. O professor não ensina o aluno a enfrentar problemas desconhecidos, em que o aluno esteja inicialmente perdido, apenas apresenta soluções para problemas conhecidos onde o estudante deve aprender este algoritmo e aplicar em problemas semelhantes. Não há dúvidas ou tentativas. Assim funcionam as listas de exercícios e provas, sistematicamente aplicadas nas escolas – depois de muito treino, o objetivo é “transformar um problema em um não problema”. (MORINI, 2009, p. 21).

Entender a velocidade de seus pensamentos, bem como seus gostos por novas tecnologias é crucial para uma boa interação entre estes e seus professores na busca da melhoria nos processos de ensino, com a consequente inserção dos mesmos no mercado de trabalho. Os atuais estudantes são todos “falantes nativos” da linguagem digital dos computadores, vídeo *games* e *internet*, também chamados de “Nativos digitais” (PRENSKY, 2001).

Percebe-se que a inserção de novas tecnologias torna a prática pedagógica mais interessante e significativa a esses “Nativos Digitais”, por tratar de temas que realmente norteiam o cotidiano desses alunos. Para este autor um dos maiores problemas do ensino atualmente

[...] é que os nossos instrutores Imigrantes Digitais, que usam uma linguagem ultrapassada (da era pré-digital), estão lutando para ensinar uma população que fala uma linguagem totalmente nova. (PRENSKY, 2001, p.2).

Observa-se uma realidade, pois as escolas e universidades já possuem espaços multimídias. Entretanto, pouco ou mal usados, uma vez que as ferramentas e as aulas são mal preparadas e o comando dado aos alunos que são nossos atuais nativos digitais, são incompreensíveis, não gerando nenhum significado educacional para esses discentes que acabam por fazer desses espaços, uma oportunidade de colocar o papo em dia nas redes sociais (PRENSKY, 2001).

Aliado a esses pressupostos, há uma grande [...] “carência de estudos sobre as possibilidades, contribuições e reflexões sobre as atividades didáticas com o uso de Robótica no processo de ensino e aprendizagem da Física” (LIMA e FERREIRA, 2015, p.8).

Certamente a Robótica educacional e a *Gamificação* podem ser consideradas importantes ferramentas à disposição de alguns professores e instituições de ensino para um maior sucesso nos processos de aprendizagem. Ao se referir aos trabalhos de Ausubel sobre a aprendizagem, o aprendiz só aprende determinado conteúdo quando o mesmo cria cognição com aquilo que estuda (MOREIRA, 1982).

Há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra:

- 1- o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e,
- 2- o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não de maneira arbitrária (AUSUBEL, 2000, p. 17).

Sendo assim, a escola deverá ser um ambiente não arbitrário, não engessado ou não desconexo das novas tecnologias, onde os alunos poderão ser autores e condutores dos processos de aquisição de conhecimento (MORAN, 2004, p.2).

Neste sentido, a Robótica Educacional, em especial a Robótica Lego *Mindstorms kit* EV3 é capaz de se integrar de maneira desafiadora aos conteúdos programáticos de sala de aula. Tal estratégia contribui para o desenvolvimento da capacidade interpretativa de fenômenos físicos contribuindo para o envolvimento efetivo dos alunos no seu processo de aprendizagem (LUZ e ALVARES, 2013).

Considerando tais apontamentos, este trabalho de cunho qualitativo e de caráter investigativo, envolveu como sujeitos da pesquisa, 60 alunos de duas turmas do ensino médio pertencentes ao curso Técnico Integrado em Eletrônica de uma escola de ensino médio articulada ao profissionalizante localizada em Varginha – MG e teve como objetivo geral avaliar as contribuições e as limitações da criação e aplicação de uma sequência didática voltada ao ensino de Física utilizando o *kit* Educacional Lego *Mindstorms* EV3.

Todos os professores de Física dessa rede tiveram o mesmo treinamento, e foram propostos que os conteúdos contidos no Manual do aluno (PIETROCOLA, 2016), fossem aplicados em 2 aulas de 50 minutos cada, e ao final poderiam ser cobrados relatórios com resultados esperados. Notou-se ao longo de todo esse tempo, alunos mais preocupados nos processos de montagem das práticas e programação, que propriamente com as aulas de Física.

Deste modo, surgiu a necessidade de procurar por métodos de ensino que pudessem despertar maior interesse pelo estudo de Física em si, utilizando a Robótica Educacional como meio que desafiassem e ao mesmo tempo premiassem alunos que melhor desenvolvessem seus projetos.

Em conversa com equipes de robótica que participaram de torneios internos e externos promovidos pela rede de ensino, percebeu-se que o *Game*, o desafio e ainda por cima a possibilidade de participação frequente em campeonatos nacionais e internacionais foram os pontos que mais os motivavam, sendo assim, objetiva-se a necessidade para o aprofundamento deste estudo.

É notório que os alunos da equipe de competição já praticavam a Gamificação simplesmente pelo fato de estarem motivados, devido aos desafios que a robótica propõe, tanto em termos de pesquisa, quanto de programação, raciocínio lógico, organização e muita disciplina que essa modalidade de ensino requer.

Baseado nessa observação foi proposto o referido estudo à Professora do MNPEF Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães e a mesma apresentou a metodologia da Gamificação para que fosse associado à Robótica educacional direcionando esse projeto nas turmas alvo deste referido estudo.

Sendo assim, a Turma X (1º Ano 2017) e a Turma Y (1º Ano 2018), foram submetidas a 2 práticas de robótica, sendo que para cada prática foram utilizadas 4 aulas de 50 minutos em semanas distintas. Os tópicos escolhidos foram retirados do manual do aluno nos livros de Pietrocola (2016), Potência e energia - Máquinas e equilíbrio, assuntos estes já trabalhados em sala de aula.

Escolhido os temas, prosseguiu-se com a aula tradicional de Robótica Educacional, onde os alunos, de posse de seus manuais de montagem e roteiro, versavam sobre a prática, quem ficaria com montagem, programação e organização do material. Foram analisados a parte comportamental, o trabalho individual e em grupo e no final das práticas entrega dos relatórios.

A Gamificação entrou num segundo momento, inserida nas aulas de Robótica educacional no intuito de comprovar a importância que esta ferramenta teria sobre as aulas ditas tradicionais, uma vez que desprovidas de fatores motivacionais não desenvolviam ou despertavam interesse de um público, que estudam em tempo integral na referida rede de ensino.

O objetivo da prática que envolveu o Tema Potência e energia, através da simulação de um Bate Estacas, é que os alunos identificassem a importância de

conhecer as propriedades físicas dos solos, assim como reforçar conceitos importantes da Física trabalhados em sala de aula como o Trabalho da força peso, Energia Potencial Gravitacional, a relação entre pressão, força e área, considerar que na ausência das forças dissipativas haveria conservação da energia, na qual toda energia potencial gravitacional se transformaria em Energia Cinética, entender o conceito térmico gerado em cada processo de colisão, enfim, cabe a cada professor conduzir segundo suas turmas as dúvidas que vierem a surgir durante o referido projeto, pois com todo esse aparato metodológico os alunos terão condições de estabelecer ao final de seus estudos, critérios para escolherem o melhor e mais apropriado tipo de fundação para a construção de sua casa modelo.

Os estudantes realizaram neste trabalho: medidas, tabelas, cálculos e gráficos.

As competências e Habilidades (*Manual do Professor*) esperadas foram:

- Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza;
- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados nos textos base.
- Com o apoio do Professor de Geografia e Biologia fazer o estudo dos principais tipos de solo e suas características para a construção civil.

No caderno de Máquinas e Equilíbrio, (PIETROCOLA, 2016), os alunos desenvolveram a construção de um Elevador com e sem contrapeso, que tem por objetivo mostrar que os elevadores mesmo sendo equipamentos antigos, possuem usos contemporâneos com o objetivo de elevação de carga através do uso de roldanas, cabos e força motora. Esta prática possuía caráter introdutório no estudo de associação de roldanas, onde o conceito de trabalho de uma força já tenha sido trabalhado em sala com os alunos, a importância das máquinas simples ao longo do desenvolvimento humano a respeito, o uso da roda e das roldanas como meio de diminuição de esforço físico e obtenção de vantagem mecânica. Pode ser trabalhado durante a execução do projeto que a associação de uma ou mais roldanas podem alterar a força necessária para deslocar objetos pesados, através da observação direta da velocidade com que os motores içam os pesos. Sendo assim, quanto mais lentos os motores, mais pesada estará a configuração. Ao associar as polias de maneira adequada, os motores tracionarão mais rapidamente o peso. Pode-se trabalhar conceitualmente junto a essa prática a segunda Lei de Newton, mostrando

aos alunos as forças envolvidas no processo de elevação de cargas, cálculos de tração, etc. Os alunos foram desafiados a estenderem seus conhecimentos e sofisticarem a montagem original, dando margem à imaginação para criar equipamentos que reduzissem ainda mais a carga nos cabos de um elevador.

Como habilidades e competências (*Manual do Professor*) foram trabalhadas:

- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas;
- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas;
- Compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia envolvida e suas consequências para o cotidiano e relações sociais;
- Perceber o papel do conhecimento Físico no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ambos.

Para esta montagem, os alunos deviam compreender o princípio de funcionamento de elevadores, pontes rolantes, guindastes e a importância dos estudos das alavancas.

Por se tratar de um estudo de caso, os relatórios sofreram mudanças no decorrer dos processos em função do dinamismo que esta modalidade de ensino, no caso a Robótica educacional proporciona, bem como as variáveis coletadas não são engessadas. Por exemplo, o tipo de solo que cada equipe pegou para o experimento do bate estacas, os motores do kit sofrem com o tempo o desgaste natural, bem como os próprios alunos modificam a potência aplicada em cada prática, etc.

A Sequência didática contou com a parceria de instrutores, afim de contribuírem nas montagens, cabendo ao Professor de Física e orientador, a proposição dos desafios, auxílio no preenchimento dos questionários e relatórios e em algumas situações auxílio na programação dos Robôs.

Dessa maneira, a hipótese considerada neste trabalho é a de que o uso da Robótica Educacional associada à *Gamificação* é um instrumento motivacional eficaz nos processos de ensino e de aprendizagem em Física, ao se comparar tal abordagem às aulas tradicionais com robótica.

Este trabalho foi organizado em cinco capítulos. O capítulo 1, a Introdução, voltou-se à descrição do arcabouço da pesquisa, o problema da pesquisa, a justificativa, o objetivo geral e a organização da pesquisa. O Capítulo 2 destinou-se ao Referencial teórico, no qual destacamos o contexto do ensino médio no Brasil, o ensino de Física e as orientações de Ausubel para uma aprendizagem significativa.

No Capítulo 3, apresentamos a robótica educacional e a *Gamificação* como ferramentas relevantes para os processos de ensino e de aprendizagem para os conteúdos de ciências exatas e da Terra. No Capítulo 4, descrevemos o objetivo geral e os específicos do trabalho. No Capítulo 5, percurso metodológico da pesquisa, apresentando os sujeitos da pesquisa, a comparação entre aulas Tradicionais e *Gamificadas*, bem como a descrição do escopo da estruturação da sequência didática. No Capítulo 6, foram apresentados os dados coletados e a análise qualitativa, onde foram apresentadas as conclusões e perspectivas do trabalho. No apêndice é apresentado o produto educacional oriundo deste trabalho.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo tem por objetivo destacar a fundamentação teórica pertinente aos temas envolvidos neste trabalho. Inicialmente apresentamos o contexto do ensino médio no Brasil, para compreendermos os pressupostos teóricos relacionados a uma série de fatores interferentes no ensino e aprendizagem de Física.

Na sequência, como aporte teórico voltado aos aspectos da aprendizagem, destacamos as contribuições de Ausubel (2000).

### **2.1 O ensino médio no Brasil**

Ao abordar um contexto histórico, pode-se dizer que o acesso ao ensino Médio (EM) no Brasil foi restrito e as buscas por um ensino universal e de melhor qualidade é uma busca recente (PILETTI, 1989, p. 37).

Durante muito tempo, inclusive já na primeira metade do século XX, o ensino Médio ficou restrito aos estabelecimentos como os Liceus, nas capitais dos Estados, voltados para a educação masculina e as escolas normais que visavam à educação feminina, além do Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro (SANTOS, 2010).

Esses colégios eram escolas reservadas às elites burocráticas e latifundiárias (BARBOSA, 2001).

Um dos marcos no processo de democratizar o ensino deu-se com a Constituição promulgada em 1988, que trouxe relevantes avanços na Educação em seu artigo 208 (BRASIL, 1988). Dentre os avanços, podem-se elencar a obrigatoriedade e gratuidade do ensino Fundamental; o atendimento de crianças de zero a seis anos de idade e a pessoas com deficiências física e mental; a educação de Jovens e Adultos que não tiveram acesso à educação formal na idade recomendada e a progressiva universalização do ensino Médio.

Ainda, segundo essa Lei, fica expresso que a educação pública deverá preparar o indivíduo para seu desenvolvimento pleno, para o exercício da cidadania e para a qualificação ao mercado de trabalho (BRASIL, 1988).

A Legislação contempla, portanto, que apenas uma educação de qualidade fornece condições mínimas para alcançar direitos sociais previstos e assegurados pela Constituição (BRASIL, 1988).

Todas as resoluções, contidas na Constituição de 1988, foram discutidas na forma de projetos no Fórum Nacional em Defesa da Escola Pública – FNDEP, sendo escrito em 1986 e lançado oficialmente em Brasília em 9 de abril 1987, tendo como ponto principal a gestão democrática na escola (PINHEIRO, 2015). Contudo, passados 8 anos e enormes embates e votações, surge a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBEN), visando amparar a política educacional nacional, dando um caráter mais organizado e estruturado, que permitiu transformações consideráveis na educação formal.

A nova LDBEN permite, além do acesso ao ensino superior e formação técnico-profissional, incluir o ensino Médio como parte da educação básica com a possibilidade de articulação com o ensino profissionalizante (BRASIL, 1996).

Em seu artigo 35, Lei 9394/96, a LDBEN define as ações do ensino Médio, com duração mínima de 3 anos, e tem por finalidade:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no Ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996).

Ficando estabelecidos os objetivos para o ensino médio, o tema passa a fazer parte nas agendas de políticas públicas doravante para implementação dessa política em nível nacional. Um dos feitos desse esforço foi à publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM) e a avaliação do Exame Nacional do ensino médio (ENEM).

Depois de 2009, houve uma reformulação do currículo do ensino médio, adotando eixos interdisciplinares como Ciência e tecnologia, cultura e mundo do trabalho; Ampliação da carga horária de 800 para 1000 horas/ano e a tentativa de implementar a escola de tempo integral, nas redes municipais e estaduais.

Mais recentemente, a LDBEN recebeu um adendo pela Lei 12796 – 2013, em seu artigo 26 (BRASIL, 2013), que visa a implementação de uma base curricular comum obrigatória para todo o ensino médio que diz:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 2013).

A parte que contempla o ensino Médio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta o currículo desta etapa. O documento, que já foi para o MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), trouxe os conhecimentos essenciais que todos os alunos devem aprender durante esse período.

Como propostas da reforma para o ensino médio, temos a flexibilização do currículo, onde as disciplinas obrigatórias ocuparão 60% do total da carga horária, com aprendizados que serão comuns a todos os alunos, e os 40% restantes serão optativos, onde os alunos escolherão o que mais interessar (NOVA ESCOLA, 2017).

Em síntese, em se tratando de algo inovador, a BNCC deverá contemplar objetivos que se atente às necessidades do jovem e da sociedade, capazes de promover a conexão entre as disciplinas e a inserção plena do educando como agente ativo no processo educativo.

## **2.2 O Ensino de Física: pressupostos legais e teóricos**

Todos os envolvidos no ensino de Física têm enfrentado uma enormidade de problemas presentes na educação de jovens em nosso país, “uma vez que teoria e prática se desencontram” e a carga horária dentro das escolas públicas tem sofrido pela falta de profissionais nessa área tão importante. (SANTOS e OSTERMANN, 2005, p. 20).

Sobretudo no Brasil, nas escolas que atendem classes sociais mais carentes o problema é maior ainda, com a superlotação de salas, estrutura escolar precária, falta de incentivo familiar, formação inicial insuficiente, dentre outros problemas.

Richard Philips Feynman na Conferência Interamericana de ensino de Física afirma:

O problema de “ensinar Física na América Latina” é apenas parte de um problema maior, que é o de “ensinar Física em qualquer lugar” que, aliás, está incluído num problema mais amplo, que é o de “ensinar qualquer coisa em qualquer lugar” e para o qual não é conhecida uma solução satisfatória. (FEYNMAN, 1963, p.4).

Dada à complexidade do conteúdo de Física e, somados a ela, as precariedades do sistema de ensino brasileiro, “ensinar qualquer coisa em qualquer lugar” é um desafio no qual ainda não se conhece soluções satisfatórias (FEYNMAN,1963).

Em seu livro de ensino médio, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga inserem um título em suas considerações finais: Porque ensinar/aprender Física? Dada à dificuldade, ensinar Física é um problema maior, pois demanda o uso da matemática, que por sua vez é abstrata e por fim muito difícil. Palavras essas repetidas inúmeras vezes por nossos alunos (MÁXIMO e ALVARENGA, 2014).

Sendo assim, há três hipóteses acerca dessas questões:

1. A Física é plena de fórmulas matemáticas e a Matemática é uma disciplina “difícil”, dado o seu grau de abstração e demanda de raciocínio lógico;
2. A Física está distante da realidade e só quem vai exercer uma profissão que exige o conhecimento de conceitos físicos (engenheiros, médicos, astrônomos, geofísicos, cientistas ambientais, por exemplo) precisa aprendê-la;
3. Todo Físico (ou cientista) é um ser especial, cheio de dedicação e genialidade. (LUZ e ÁLVARES, 2013).

Essas ideias realmente ainda fazem parte da maioria das escolas brasileiras, uma Física engessada, matematizada e formalística, onde o treinamento repetitivo de exercícios força os alunos a desanimarem deste conteúdo.

Nestes moldes, o ensino de Física não forma e não educa, segundo prevê a LDB: formar para a vida, para o mundo do trabalho, aprimorar o educando como pessoa. (BRASIL, 1996).

Dentro desse panorama, quando então o ensino de Física realmente será significativo?

Nossos atuais alunos cresceram rodeados de aparelhos, tecnologias e equipamentos que estão impregnados de conhecimentos científicos e tecnológicos. Eles observam nas redes sociais, *sites* e jornais na TV, grandes mudanças climáticas, mudanças na área da saúde, principalmente nos exames médicos, avanço da robótica em todas as áreas, principalmente automobilística. Em todos esses âmbitos, o conhecimento da Física deverá estar atrelado à conscientização de que nossa compreensão e atuação no mundo ficariam limitadas sem os conhecimentos científicos e tecnológicos. De igual maneira, limitado seria nosso

conhecimento, se não conhecêssemos nossa pátria, nossa língua, nossa história e aspectos geográficos de nossa região e do mundo.

Por tais explanações, é importante citar que as inquietudes dos professores e dos alunos de Física estão citados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), como:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos estudantes e professores e não só, mas também por isso, vazios de significativo. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual de uma abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento por meio das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como o produto acabado, fruto de genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os estudantes concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. (BRASIL, 2000, p. 22)

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM).

Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do Ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem. (BRASIL, 2002).

Não obstante, na Conferência Mundial de Educação para Todos, que foi realizada na Tailândia, cidade de Jomtien em 1990 (UNICEF, 1990), buscou como, objetivo central, estabelecer um compromisso mundial para garantir a todas as pessoas os conhecimentos básicos necessários a uma vida digna, condição insubstituível para o advento de uma sociedade mais humana e mais justa.

Na Conferência Mundial sobre Educação para Todos, foi apresentado uma reforma curricular orientada sob alguns eixos estruturais da educação contemporânea, segundo a realidade de cada país:

I - Expansão dos cuidados básicos e atividades de desenvolvimento infantil, incluídas aí as intervenções da família e da comunidade, direcionadas especialmente às crianças pobres, que não são assistidas e com deficiências;

II - Acesso universal e conclusão da educação fundamental (ou qualquer nível mais elevado de educação considerado "básico") até o ano 2000;

III - Melhoria dos resultados de aprendizagem, de modo que a percentagem convencionada de uma amostra de idade determinada (por exemplo, 80% da faixa etária de 14 anos), alcance ou ultrapasse o padrão desejável de aquisição de conhecimentos previamente definido;

IV - Redução da taxa de analfabetismo adulto à metade, digamos, do nível registrado em 1990, já no ano 2000 (a faixa etária adequada deve ser determinada em cada país). Ênfase especial deve ser conferida à alfabetização da mulher, de modo a reduzir significativamente a desigualdade existente entre os índices de alfabetização dos homens e mulheres;

V - Ampliação dos serviços de educação básica e capacitação em outras habilidades essenciais necessárias aos jovens e adultos, avaliando a eficácia dos programas em função de mudanças de comportamento e impactos na saúde, emprego e produtividade;

VI - Aumento da aquisição, por parte dos indivíduos e famílias, dos conhecimentos, habilidades e valores necessários a uma vida melhor e um desenvolvimento racional e constante, por meio de todos os canais da educação – inclusive dos meios de comunicação de massa, outras formas de comunicação tradicionais e modernas, e ação social –, sendo a eficácia destas intervenções avaliadas em função das mudanças de comportamento observadas. (CONFERENCIA, 1990).

Desse modo, ao vermos os itens citados anteriormente, percebemos o quão diminuto foram as aspirações que possuíam sobre a educação naquela década e o pouco que foi feito desde então.

Mediante tal cenário, o ensino de Física deve-se adequar às novas realidades do educando, buscando novas propostas de trabalho, melhorando na formação docente específica, quebrando novos paradigmas. Ao contrário do ensino médio antigo, que é repetitivo e dentro de um arcabouço de memorizações de conceitos e de fórmulas. Para que essas mudanças ocorram, os PCN sugerem que haja uma mudança no currículo da disciplina, de modo que não seja valorizada a quantidade de conteúdos abordados durante o ensino médio e sim, se valorize a qualidade com que são abordados, fazendo com que a disciplina de Física se torne significativa para o aluno (BRASIL, 2000).

### 2.3 A aprendizagem Significativa

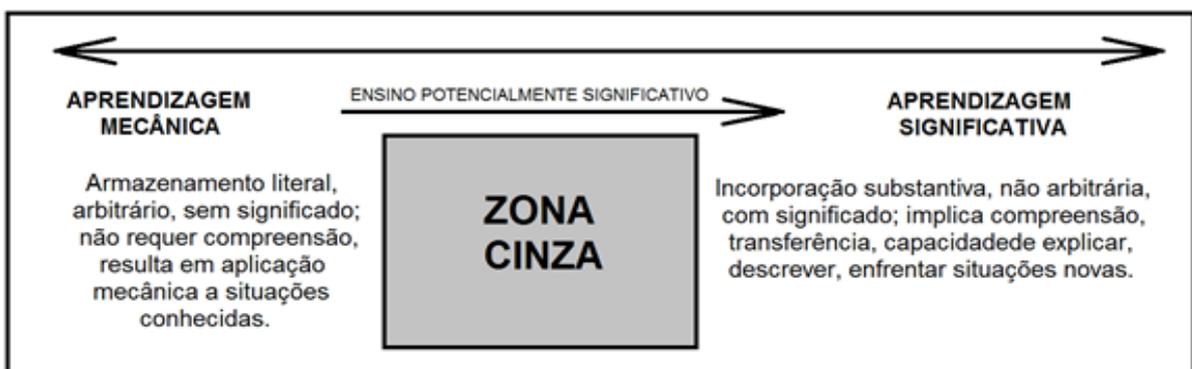
Segundo CORDEIRO (2003, p. 169), “no ambiente escolar, a aprendizagem do tipo mecânica, decorativa, literal e sem correlações ocorre normalmente às vésperas de provas, numa tentativa do educando em ser bem-sucedido nas avaliações”. É um tipo de aprendizagem vivenciada na maioria dos colégios que é carregada de memorização e desprovida de significado para os alunos.

A teoria da aprendizagem significativa proposta pelo Psicólogo americano David Ausubel, busca explicar como acontece o processo de aprendizagem, como o indivíduo aprende, transforma, armazena e usa as informações aprendidas (AUSUBEL, 2000).

O conhecimento significativo é assim definido (AUSUBEL, 2000, p.4):

É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos (MOREIRA, 2010, p.7). Marcos Antônio Moreira, estabelece o conceito de aprendizagem mecânica, como sendo sinônima de aprendizagem memorística, devido à maneira que as avaliações e outros processos de ensino estimulam esse tipo de aprendizagem (MOREIRA, 2010). O esquema proposto na Figura 1 mostra a relação entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, onde o conhecimento pode ser encontrado.



**Figura 1 - Aprendizagem Mecânica e aprendizagem significativa**

Fonte: Adaptada de Moreira (2010, p.4).

A imagem anterior mostra uma visão esquemática da aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica sugerindo que, na prática, grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa zona cinza”. (MOREIRA, 2010, p. 4).

Para Ausubel (1982), a transição entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, chamada por ele de contínuo, dá-se basicamente da seguinte maneira:

- A transição entre aprendizagem mecânica para a significativa não é automática e ao fim o que prevalece é a aprendizagem mecânica;
- A aprendizagem significativa é um processo progressivo, contínuo e muito longo;
- Na aprendizagem significativa as situações-problema dão sentido aos conceitos.

Portanto, trabalhar com a concepção de aprendizagem significativa, segundo o que propõem AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN (1978,1980,1983 *apud* MOREIRA, 2000) envolve:

- i) identificar os conceitos a serem ensinados e suas proposições;
- ii) identificar os subsunçores relevantes à aprendizagem daquele conteúdo;
- iii) diagnosticar o que o aluno já sabe;

v) ensinar utilizando recursos que colaborem para a aquisição de estruturas cognitivas de maneira significativa.

Não se trata que o aluno tenha que gostar dessa ou daquela matéria. Não se emprega aqui o conceito de motivação. É o aluno que desenvolve habilidades alicerçadas no conhecimento prévio e em materiais ou recursos potencialmente significativos, ou seja, o aluno é o autor da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010).

São duas as condições para aprendizagem significativa: material potencialmente significativo (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e predisposição para aprender (VALADARES, 2011, p. 38).

Mas e quando o aluno esquece o que aprendeu? Será que na aprendizagem significativa o esquecimento é permitido?

Qual será então a relação entre o esquecimento e a aprendizagem significativa?:

[...] a aprendizagem significativa não é aquela que o aprendiz nunca esquece. O esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem significativa; é o que Ausubel chamava de assimilação obliteradora, ou seja, a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados, que serviram de ancoradouro cognitivo. (MOREIRA, 2012, p. 17).

Baseando nas observações feitas por estes estudiosos, bem como entendendo o interesse que os atuais alunos possuem, a velha maneira de ensinar fica obsoleta e maçante, deixando-os desinteressados pelas disciplinas que envolvam principalmente matemática e raciocínio lógico, além da maneira que os conteúdos continuam sendo ministrados e propostos para os educandos, forçando-os à prática da memorização para resultados efetivos.

David Ausubel traz a seguinte conclusão sobre a retenção do conhecimento:

A retenção significativa é superior à retenção por memorização devido a razões provenientes das considerações processuais respectivas em cada um dos casos. Durante o intervalo de retenção, os significados acabados de surgir, como resultado da interação entre as novas ideias do material de aprendizagem e as ideias relevantes (ancoradas) da estrutura cognitiva, ligam-se e armazenam-se a estas ideias ancoradas altamente estáveis. Obviamente, esta ligação protege os novos significados das interferências arbitrárias e literais que rodeiam, de forma proativa e retroativa, as associações memorizadas. (AUSUBEL, 2003, p.31).

Sendo assim todo conhecimento adquirido significativamente terá maior valia frente àqueles memorizados mecanicamente.

No próximo capítulo, haverá uma breve introdução sobre o mundo dos robôs e sua evolução no tempo até a robótica educacional atual.

### **3 DOS ROBÔS À ROBÓTICA EDUCACIONAL E A GAMIFICAÇÃO**

O termo robô vem originalmente do idioma checo '*robotá*', que significa "trabalhos forçados". Esse termo "ROBÔ" foi criado por Karel Capek escritor checo que escreveu um romance famoso, em 1921, chamado "R.U.R." (Robôs Universais de Rossum). Rossum teria projetado e construído um grande exército de robôs que acabaram por se tornarem máquinas inteligentes e dominando assim o planeta Terra

(CAPEK, 1968). O modelo de robô encontra-se exposto no Museu de Praga, República Checa e pode ser visto na Figura 2.



**Figura 2 – Robôs (R.U.R) de Karel Capek, 1921**

Fonte: Souza (2005, p.9).

Atualmente, o uso desses equipamentos visa tão somente diminuir os esforços humanos, reduzindo tempo de trabalho e esforço.

A definição mais aceita para o termo Robô, proposto pelo Instituto Americano de Robótica (Robotics Institute of America) é: manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos, variáveis programadas para desempenhar uma variedade de tarefas (RIVIN, 1988).

Os primeiros robôs surgiram no final dos anos 50 e início de 1960, sendo estes industriais conhecidos como “*Unimates*” projetados por George Devol e pelo engenheiro Joseph Frederick Engelberger ambos americanos (LEAL, 2005).

George Devol recebeu em 1961, a patente do primeiro braço robótico programável operado digitalmente e, um pouco depois, Joe Engelberger criou a empresa Unimation Inc. e foi o primeiro a comercializar estas máquinas, e por isso ganhou o título de “Pai da Robótica” (IFR, 2017).

Dando prosseguimento quanto à origem de termos voltados à robótica, não podemos deixar de citar o cientista americano Norbert Wiener. Wiener era matemático e por muitos anos lecionou nos cursos de Matemática e Engenharia no M.I.T. (*Massachusetts Institute of Technology*) nos Estados Unidos (KASTRUP, 2018).

Wiener criou o termo “cibernética” (*‘cybernetics’*), em 1948, derivado do termo grego *‘kubernetes’*, que significa ‘aquele que pilota o barco’ (MASSARO, 2010). Mas o principal sentido dado pelo professor Wiener para o termo Cibernética é o de controle de sistemas, comunicações, programação e informática.

Já o termo Robótica está relacionado a um processo de automatização, por meio de ações mecânicas, as quais possuem aplicações nas áreas: industrial, médica, comercial e em várias outras, como é o caso das suas aplicações educacionais.

Atualmente muitas escolas tem incorporado em suas aulas de Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) o uso da robótica educacional como ferramenta auxiliar no ensino dessas disciplinas, para reprodução de fenômenos vistos em situações de classe.

A Robótica educacional é assim definida por estes autores:

Robótica educacional ou robótica pedagógica são expressões utilizadas para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem *kits* de montagem compostos por peças de encaixe intercambiáveis, sensores diversos, servomotores e que podem ser controláveis por computador, através de *softwares* que permitem programar o funcionamento dos modelos montados (PROL, 2006, p. 133).

A robótica educacional é voltada a desenvolver projetos educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs, mas no sentido de proporcionar ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde possa desenvolver seu raciocínio, sua criatividade, seu conhecimento em diferentes áreas, a conviver em grupos cujo interesse pela tecnologia e a inteligência artificial é comum a todos. (CASTILHO, 2008, p.4)

A robótica educacional é uma prática envolvendo *hardware* e *software*, onde a lógica é inerente na montagem e programação dos robôs, envolvendo normalmente problemas do mundo real que estimulam o aprendizado de conceitos intuitivos (MAIA *et al*, 2008).

No cenário atual da educação, os jovens estão mergulhados numa era digital onde a busca por conhecimento torna necessária a atualização de nossos professores, de forma que os processos de ensino e aprendizagem se desenvolvam e estimulem nossos jovens na busca dos desafios. Assim Perrenoud afirma que:

[...] as tecnologias novas não poderiam ser indiferentes a nenhum professor, por modificarem as maneiras de viver, de se divertir, de se informar, de trabalhar e de pensar. Tal evolução afeta, portanto, as situações que os alunos enfrentam e enfrentarão, nas quais eles pretensamente mobilizam e mobilizarão o que aprendem na escola. (PERRENOUD, 2000, p.139 ).

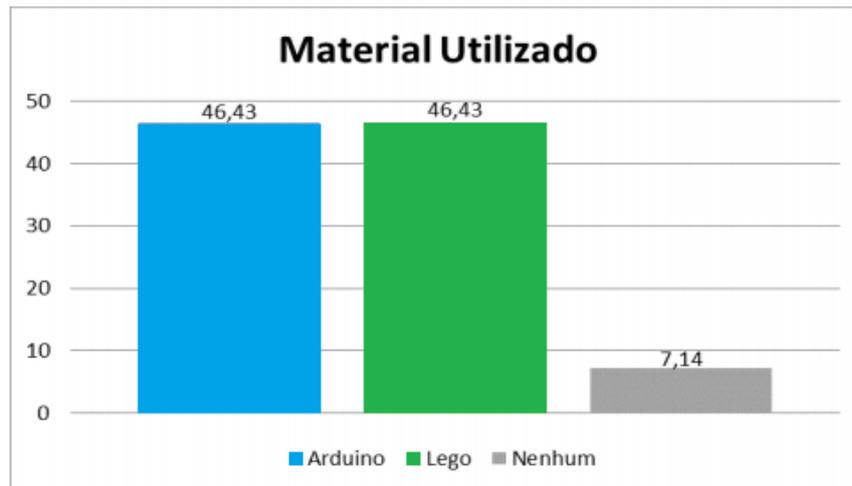
Já para Miranda (2009, p.3):

Na robótica aplicada à educação, o importante é o processo, o desenrolar dos trabalhos e não o resultado por si só. É imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo (aluno-aluno, aluno-professor, aluno-robô, professor-robô) e, em seguida, propondo alternativas para a solução de situações-problemas por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens.

A Robótica Educacional é uma atividade que permite a simulação em mundos virtuais e reais, “colocando o aluno e o professor diante do computador como manipuladores de situações ali desenvolvidas, que imitam ou se aproximam de um sistema real” (MAISONNETTE, 2009, p. 5).

Dentro desse contexto, fica entendido que, a robótica educacional não se torna um fim e sim um meio pelo qual alunos e professores, ao fazerem o uso de ferramentas tecnológicas, poderão alicerçar melhor os conteúdos da disciplina de Física dentro de um contexto didático adequado e correlacionado com os parâmetros curriculares nacionais, a fim de sincronizar os desafios que a Robótica Educacional propõe para a solução de problemas dentro do universo estudantil e social.

Pesquisas no campo da Robótica Educacional apontam um crescimento no número de publicações voltadas para essa área. Na Figura 3, Baldow, Junior e Leão (2017), mostram o percentual de trabalhos apresentados em congressos na área de robótica educacional e observa-se que 46,43% utilizaram a plataforma Arduino, enquanto que 46,43% usaram o *kit* Lego e 7,14% utilizaram outros materiais.



**Figura 3 - Materiais utilizados em Robótica Educacional**

Fonte: Baldow, Junior e Leão (2017, p. 8)

Observadas as fortes tendências de pesquisa no campo da robótica educacional, infere-se que uma das potencialidades da implementação da Robótica Educacional está relacionado à possibilidade de mobilizar situações em que o estudante mostre competências conceituais e comportamentais, tais como: liderança, trabalhar em equipe, criatividade, autonomia, tomada de decisões, etc. (LIMA E FERREIRA, 2015).

Para que os desafios propostos pela Robótica educacional sejam realmente efetivos, é necessário instigar nos alunos o desejo por desafios e mediante isso recompensa-los, que são pré-requisitos na *Gamificação* e que não apareceram ainda nas pesquisas em Robótica Educacional, mostrando a importância desse trabalho e a contribuição do mesmo para resultados mais eficazes nessa linha de estudo e sua relação no aprendizado de Física.

A seguir, apresentamos a robótica lego, o kit EV3 LEGO® Mindstorms com seu *software* e as paletas de programação, além dos fundamentos de um processo educacional calcado na *Gamificação*.

### 3.1 Robótica Lego

A Robótica LEGO Mindstorms tem “como base o Logo, que é uma linguagem de computador e filosofia da educação, iniciada pelo Dr. Seymour Papert na década de 1960 no Laboratório de Inteligência Artificial” (PIRES *et al.*, 2012, p.3)

Em 1960, em seu laboratório de Inteligência Artificial, o Sr. Dr. Seymour Papert foi o pioneiro em relacionar linguagem de computação com filosofia da educação. Os trabalhos de Papert e teorias de aprendizagem foram usados na fundamentação pedagógica do projeto LEGO®, por empresas como a editora brasileira Edacom, para desenvolver o projeto e programa Zoom® voltado para utilização em ambiente educacional (LIMA, 2017).

As escolas começaram a adotar os programas educacionais da Zoom em 2003 e, assim, essa empresa tornou-se a base metodológica da LEGO® *Education* no Brasil (<https://education.lego.com/pt-br>). Muitas escolas privadas possuem essa filosofia de trabalho incorporadas em sua grade curricular desde o ensino fundamental até o ensino médio.

As soluções de aprendizagem são fundamentadas nos quatro pilares para a educação da UNESCO (DELORS, 1998): aprender a fazer, aprender a ser, aprender a conviver e aprender a conhecer.

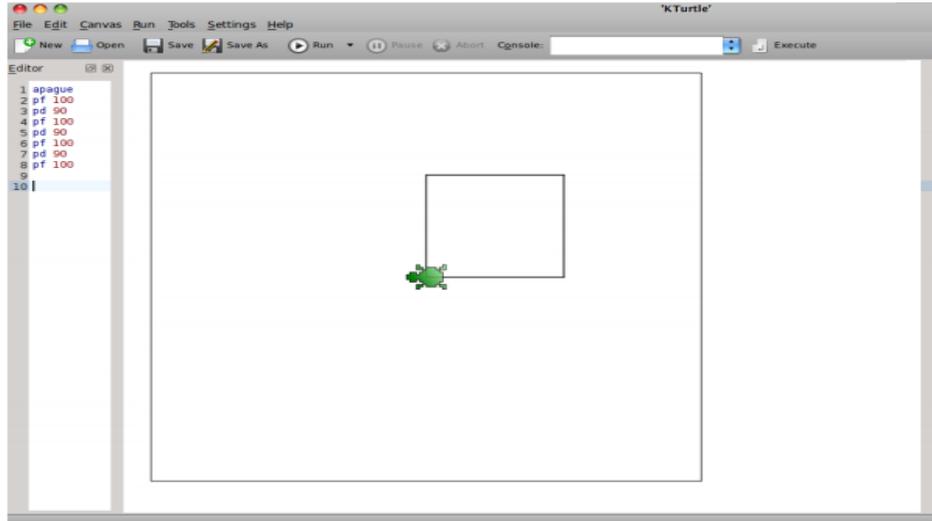
A Robótica Educacional Lego é posterior a linguagem LOGO, que se utilizava de uma linguagem de programação educacional, criada em 1967 por: Wally Feurzeig, Seymour Papert e Cynthia Solomon – Laboratório de Inteligência Artificial no IMT (*Massachusetts Institute of Technology*), no qual uma tartaruga ao movimentar, deixava rastros na tela formando desenhos.

Papert define a tartaruga do LOGO® como uma tartaruga cibernética, porque é capaz de desempenhar determinadas funções a partir de comandos preestabelecidos”, citação essa retirada do Livro: “A Máquina das Crianças, 1994”. (Papert, 1994).

Em 1986, a parceria entre o MIT e a LEGO®, permitiu o desenvolvimento do primeiro programa de computador chamado de LEGO® *Technic Computer Control*, que controlava robôs dotados de motores e sensores (LIMA, 2017, p.22).

Essa tecnologia evoluiu até a chegada do LEGO® *Mindstorms® Education RCX (Robotic Command Explorer)* em 1998. Em 2006, o lançamento do LEGO® *Mindstorms® Education NXT (Next)* e, por último em 2013, o LEGO® *Mindstorms® Education EV3 (Evolution)*, material cujo trabalho desta dissertação é pautado.

A Figura 4 mostra a tela de programação do LOGO KTurtle.



**Figura 4 - Tela de programação LOGO**

Fonte: [blogs.mdsn.microsoft.com](https://blogs.mdsn.microsoft.com) > acessado: maio 2018

Esses três lançamentos em suas respectivas datas “utilizavam de recursos de processamento, usando rotinas computacionais pré-definidas (sub-rotinas) que podiam ser incorporadas dentro da interface gráfica de programação” (LIMA, 2017, p.23).

A figura 5 mostra a evolução dos modelos de *kits* produzidos e comercializados pela LEGO®.



**Figura 5 - Evolução dos robôs do Kit LEGO.**

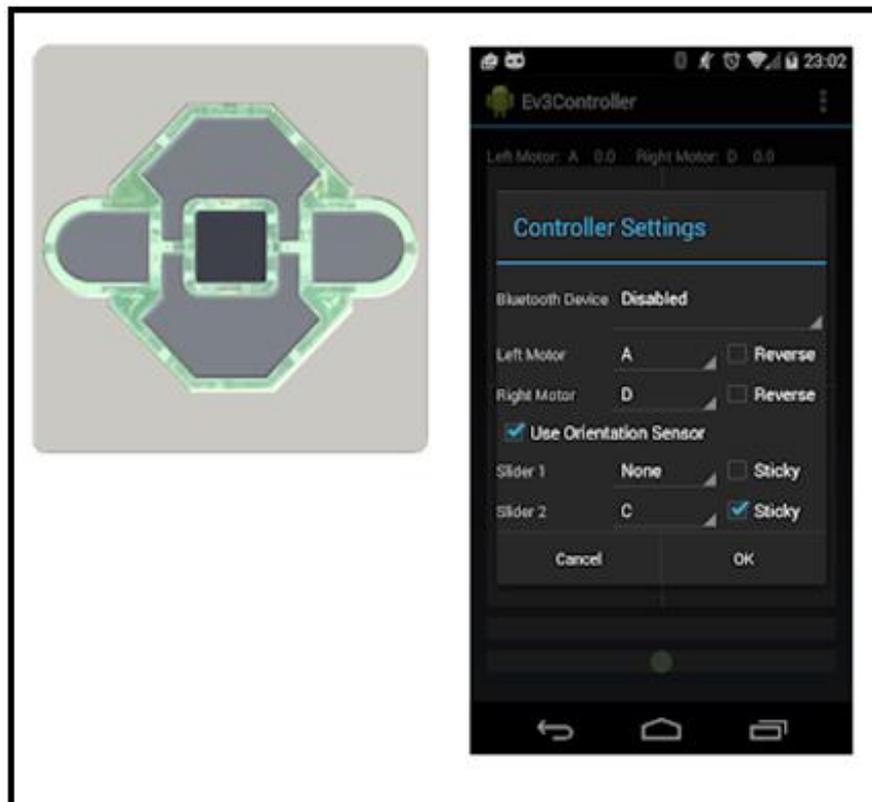
Fonte: <http://legoev3.blogspot.com.br> > Acessado: Maio 2018

### 3.1.1 Composição do kit EV3 Lego Mindstorms

A plataforma LEGO® *Mindstorms*, (LEGO, 2019) permite montagens rápidas com diversas configurações, aguçando no educando motivação para os primeiros passos no mundo da robótica.

Seu *kit* principal é composto por aproximadamente 700 peças intercambiáveis e de fácil manuseio, o que permite montagens e desmontagens rápidas, sendo o bloco EV3 o coração do *Kit LEGO Mindstorms Education*. O bloco programável EV3 controla motores e sensores, além de proporcionar a comunicação sem fios via Bluetooth, utilizando seu *smartphone*, via aplicativos de celular, para movimentar o robô segundo a configuração escolhida.

A figura 6 mostra um dos aplicativos que os alunos utilizam remotamente, chamado *RemotEV3*, disponível na *Play Store* de qualquer celular.



**Figura 6 - Aplicativo para mover Robôs no LEGO Mindstorms EV3.**

Fonte: <https://play.google.com/store/apps>> Acesso: Maio 2018

O *Kit LEGO Mindstorms Education EV3*, foi criado para atividades de robótica para ensino fundamental, médio e cursos superiores nas áreas de Exatas. Compõem o *kit*:

- Programável EV3;
- 3 Servomotores (2 grandes e 1 médio);
- Sensores: Ultrassônico, cor, giroscópio, 2 sensores de toque;
- Bateria e carregador;
- Diversas peças intercambiáveis.

A figura 7 apresenta o bloco lógico programável EV3, que possui 4 entradas (para os sensores) e 3 saídas (para os servomotores).



**Figura 7 - Bloco Lógico Programável EV3, sensores e motores.**

Fonte: <http://legoev3.blogspot.com.br> > Acesso: Maio 2018

### 3.1.2 EV3: O software

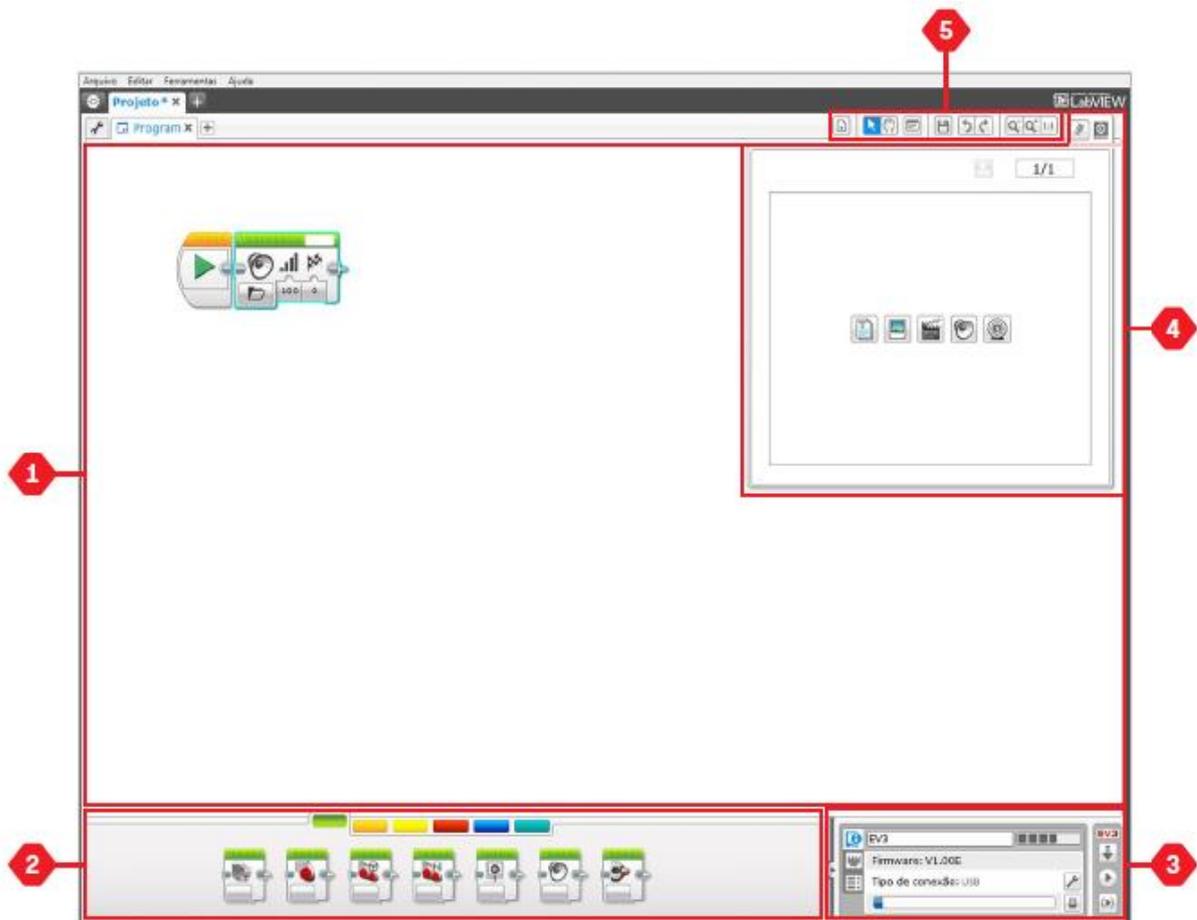
A programação do EV3 é executada dentro do ambiente de programação RIS (*Robotics Invention System™*), que é uma ferramenta de programação gráfica fornecida pela LEGO.

Segundo Nascimento e Bezerra 2013, p.5):

A linguagem RIS de programação gráfica consiste em blocos funcionais que estão organizados para a construção da programação. O programa de controle é composto por um conjunto de blocos maiores que agem como macros, ou seja, contém vários sub-blocos, cada um executando uma tarefa de controle específica. Por exemplo, já existem blocos pré-definidos para mover o robô para frente por algum tempo, para virar à esquerda ou à direita.

O ambiente de programação do EV3 consiste nas seguintes áreas principais, mostrados na Figura 8:

1. Tela de Programação;
2. Paletas de Programação;
3. Página de *hardware*;
4. Editor de Conteúdo;
5. Barra de Ferramentas de Programação.



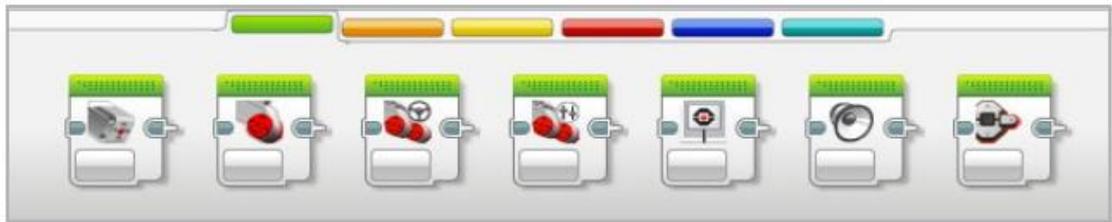
**Figura 8 – Ambiente de Programação Lego EV3**

Fonte: Adaptada do ambiente de programação Lego Disponível em: [www.lego.com/ev3](http://www.lego.com/ev3).  
Acesso: Maio 2018.

### 3.1.3 Blocos e paletas de programação

Todos os blocos de programação utilizados para controlar o robô estão localizados nas Paletas de Programação, na parte inferior do ambiente de Programação, abaixo da Tela de Programação. Os blocos de Programação estão divididos em categorias, de acordo com o tipo e a natureza, tornando mais fácil encontrar o bloco que você deseja. Os blocos e paletas podem ser assim classificados (da esquerda para direita segundo as imagens da Figura 9 de A até F, retiradas do ambiente de programação LEGO *MINDSTORMS* (disponível: [www.lego.com/ev3](http://www.lego.com/ev3)).

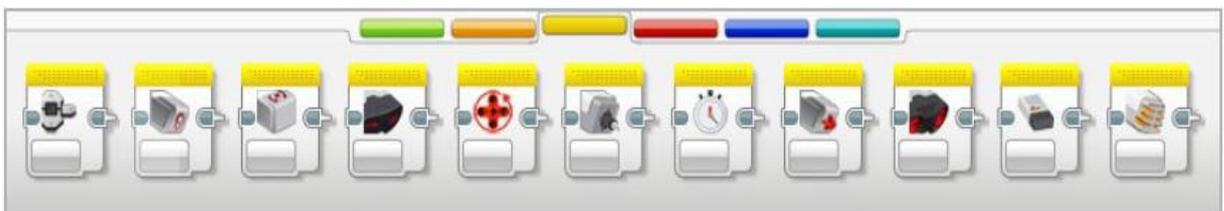
**9A) Blocos de ação** - Motor médio, motor grande, mover direção, mover o tanque, monitor, som, luz de estado do bloco.



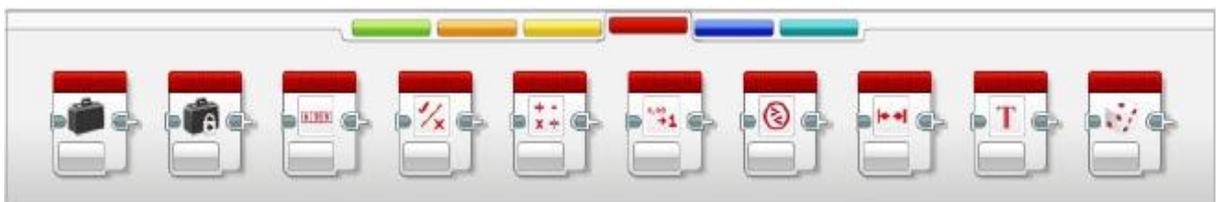
**9B) Blocos de fluxo** – Iniciar, esperar, ciclo, comutação, interruptor do ciclo.



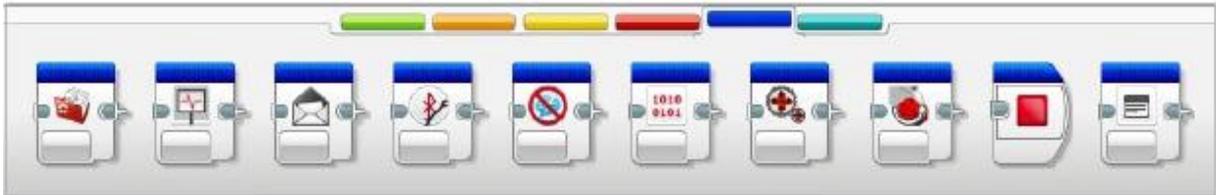
**9C) Blocos do sensor** - botões do bloco, sensor de cor, sensor giroscópio, sensor infravermelho, rotação do motor, sensor de temperatura, temporizador, sensor de toque, sensor ultrassônico, medidor de energia, sensor de som NXT.



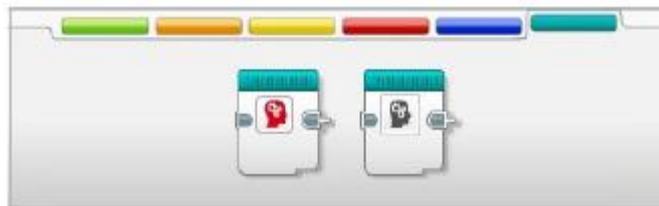
**9D) Blocos de dados** - Variável, constante, operações de matriz, operações lógicas, matemática, arredondar, comparar, alcance, texto, aleatório.



**9E) Blocos avançados** - Acesso ao arquivo, registro de dados, sistema de mensagens, conexão Bluetooth, manter ativo, valor do sensor de taxa, motor não regulado, inverter o motor, parar o programa, comentário.



**9F) MEUS BLOCOS** – Serve quando o programador estiver utilizando repetidamente um mesmo segmento de programa num único projeto e ou para projetos futuros.



**Figura 9 – Blocos e paletas da tela de programação Lego Mindstorms**

Fonte: Ambiente de programação Lego Mindstorms ([www.lego.com/ev3](http://www.lego.com/ev3))

### 3.2 Gamificação

Os jogos digitais, conhecido também como *games*, sejam eles portáteis ou não, estão presentes na maioria dos lares. Um público com pouco menos de 40 anos tem ao menos ideia de um *game* que foi paixão em sua infância e que, atualmente, praticamente todos os lares ou *smartphones* possuem ao menos um dispositivo capaz de rodar algum tipo de jogo digital.

A popularização dos computadores pessoais nos anos 80 fez com que pesquisadores e as indústrias desenvolvessem vários *kits* para construção de robôs, dentre eles os *Kits* da Lego, que são constituídos por motores, sensores, peças intercambiáveis, engrenagens, polias e um software, que possibilita aos estudantes e iniciantes na robótica a construção dos mais diversos tipos de robôs com programações específicas que visa não somente o desenvolver de uma atividade, mas estimula importantes desafios digitais.

Os jogos digitais ou *games*, fascinantes que são, têm adentrado as instituições de ensino com a proposta inicial de ludicidade, rendendo ao ensino,

compreensão, motivação e desenvolvendo de habilidades e competências necessárias para o aprendizado.

Há relatos que a origem do termo Gamificação do inglês “*gamification*” remete aos anos de 2002 com o programador de computadores britânico Nick Pelling. mas só ganhou popularidade oito anos depois, mais precisamente, a partir de uma apresentação de ted realizada por Jane McGonigal, famosa game designer norte-americana e autora do livro: *A realidade em jogo: Por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*, que tem sido considerado uma espécie de bíblia da gamificação. (MEDINA et al. 2013, p. 13).

Mas por ser um conceito relativamente novo, é interessante que se busque algo mais sólido sobre a definição do tema. Sendo assim, abaixo estão relacionadas algumas definições sobre o tema, feitas por alguns autores:

Nos ambientes educacionais, a *Gamificação* pode ser usada para motivar e envolver os alunos (REINERS et al., 2012; Wood & REINERS, 2012).

A *Gamificação* pode ainda ser definida como:

[...] um conceito poderoso e flexível que pode ser facilmente aplicado a qualquer problema, que será resolvido por meio da influência humana, da motivação e comportamento, no qual se utiliza o processo de pensamento de jogo e mecânica do jogo para envolver os usuários (ZICHERMANN e CUNNINGHAM, 2011, p. 16):

De acordo com Deterding (2011, p.2): “a *Gamificação* se utiliza de elementos de *design* de jogos de vídeo *game* em contextos não jogo para elaborar um produto, serviço ou aplicação mais divertido, envolvente e motivador”.

Werbach e Hunter, (2012, p. 14), afirmam:

[...] o uso de elementos de jogos como fator motivacional é chamado de *gamificação*”. Sendo três tipos os elementos presentes na *gamificação* que são as dinâmicas, mecânicas e componentes. As dinâmicas seriam a interatividade entre jogador e os temas em torno do qual o desafio é concebido, as mecânicas seriam mais específicas, que norteiam a ação dos participantes (jogadores) dentro do desafio e as componentes seriam aplicações específicas dentro do game, como avanço de fases, conquista de território, ranking de jogadores ou uma premiação inesperada.

Como uma extensão da aprendizagem, a *Gamificação* pode ser usada para estruturar atividades e processos dentro de um módulo de aprendizagem para aumentar o engajamento e melhorar os resultados (WOOD & REINERS, 2012).

Dessa maneira, é necessário neste contexto questionar: Porque usar a *Gamificação* nas escolas em pleno século 21?

Podemos dizer que a *Gamificação* traz respostas a diversos erros que a educação tradicional não consegue sanar, tendo como um dos maiores deles a evasão escolar devido ao desinteresse dos estudantes.

Neri (2009, p.5), aponta três tipos básicos de motivação para a evasão escolar:

[...] a saber: A primeira é a miopia ou desconhecimento dos gestores da política pública, restringindo a oferta de serviços educacionais. Outra é a falta de interesse intrínseco dos pais e dos alunos sobre a educação ofertada, seja pela baixa qualidade percebida ou por miopia ou desconhecimento dos seus impactos potenciais. Uma terceira é a operação de restrições de renda e do mercado de crédito que impedem as pessoas de explorar os altos retornos oferecidos pela educação no longo prazo. Senão vejamos: i) Dificuldade de acesso a escola (10,9%); ii) Necessidade de trabalho e geração de renda (27,1%). iii) Falta intrínseca de interesse (40,3%). iv) Outros motivos (21,7%).

Diante desse cenário, e entendendo que um dos motivos principais da evasão escolar está na falta de motivação, conceitos e métodos ultrapassados de ensinar, a *Gamificação* vem como uma segunda ferramenta para que associada à robótica, possa deixar o ensino mais atraente e eficaz.

*Gamificar* aqui entende-se por não somente utilizar jogos prontos, mas fazer o uso de elementos dos *games* com o intuito de incentivar, promover a aprendizagem dentro das instituições de ensino.

Desta maneira a *Gamificação* deverá promover:



**Figura 10 - Estrutura da Gamificação.**

Fonte: Adaptada de: <http://info.geekie.com.br/gamificacao>> Acesso: Junho 2018

A *Gamificação* baseada nos conceitos de jogos, poderão desenvolver os seguintes comportamentos, segundo (ZICHERMANN e CUNNINGHAM, 2011):

- **MECÂNICAS: COMPÕE OS ELEMENTOS PARA O FUNCIONAMENTO DO JOGO E PERMITEM AS ORIENTAÇÕES NAS AÇÕES DO JOGADOR.**
- **DINÂMICAS:** são as interações entre o jogador e as mecânicas do jogo.
- **ESTÉTICAS:** relacionadas as emoções do jogador durante a interação com o jogo. Essa relação resulta das relações anteriores entre as mecânicas e as dinâmicas, que levam à criação das emoções do jogador.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

O presente trabalho visou a pesquisa qualitativa, uma vez que se destina a analisar as contribuições e limitações de uma proposta didática calcada na robótica *Gamificada*, ou seja, que agrega à robótica tradicional princípios da *Gamificação* ao desenvolver o produto educacional: “Desenvolvimento de uma Sequência Didática utilizando Robótica Educacional e Gamificação na Física do Bate estacas e Elevador”, com alunos de turmas de ensino Médio articulada com a Educação Profissional em eletrônica numa escola na cidade de Varginha-MG.

### **4.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos este trabalho visou:

- Criação de uma sequência didática utilizando robótica educacional como recurso didático para o ensino de Física, utilizando-se como base a aprendizagem significativa;
- Aplicação das sequencias didáticas em turmas do primeiro ano do ensino médio;
- Analisar as sequências didáticas por meio dos dados coletados: questões abertas respondidas pelos participantes, fotografias, relatórios, mapas mentais.

## 5 A PROPOSTA METODOLÓGICA

Esta pesquisa foi conduzida sob a óptica da pesquisa qualitativa e se destinou a analisar as contribuições e limitações de uma proposta didática calcada na robótica *Gamificada* sobre os conteúdos do ensino de Física: Potência e energia – Máquinas e equilíbrio.

Desta maneira, a pesquisa qualitativa é assim descrita por Godoy (1995, p. 23):

Considerando que a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques.

Como destacado por Godoy (1995), não se trata de uma condução metodológica rigidamente estruturada, mas que, como exercício de pesquisa permite ao pesquisador ir remodelando-a, à medida que surgem necessidades e conforme sua imaginação e criatividade, explorando dessa maneira novos enfoques.

Dessa maneira evidencia-se seu caráter investigativo, visando analisar a proposta por meio dos dados coletados de questões abertas respondidas pelos participantes, filmagens, fotografias e relatórios próprios.

Por ser tratar de uma pesquisa na área de ensino de Física, o Estudo de caso foi a ferramenta que mais se adequou nesse processo de descoberta, uma vez que:

- 1 – Os estudos de caso visam à descoberta.
- 2 – Os estudos de caso enfatizam a ‘interpretação em contexto’.
- 3 – Os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda.
- 4 – Os estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação.
- 5 – Os estudos de caso revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas.
- 6 – Estudos de caso procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social.
- 7 – Os relatos de estudo de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 18-20).

Conforme citado na seção 2.3, este trabalho teve por fundamentação teórica a Aprendizagem Significativa, segundo o que propõem Ausubel, Novak & Hanesian (1978,1980,1983 *apud* Moreira, 2000) que envolvem a identificação dos conceitos a serem ensinados e suas proposições; a identificação dos subsunçores relevantes à aprendizagem daquele conteúdo; o diagnóstico do que o aluno já sabe; o

reconhecimento de que o conteúdo deve ser organizado considerando os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, organizados sequencialmente e consolidados; o ensino, utilizando recursos que colaborem para a aquisição de estruturas cognitivas de maneira significativa. Todos estes itens foram observados e seguidos durante a elaboração da sequência.

Buscou-se dentro da proposta da Robótica *Gamificada* reconhecer previamente os conceitos físicos necessários já trabalhados em sala de aula que serviriam como alicerces para o desenrolar da prática. Para tanto, foi importante frisar temas como: força, trabalho, energia, máquinas simples, conservação da energia, tipos de energia, pressão, área.

Segundo a proposta de Ausubel, a aprendizagem significativa ocorrerá quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes (subsunçores) já existentes dentro do processo cognitivo do aluno aprendiz. Salieta-se que, em todo o processo da prática de Robótica *Gamificada*, a maioria dos alunos participantes da pesquisa já possuíam conhecimentos prévios sobre os processos que envolviam uma construção civil em sua fase de fundação, através das construções de pilares e sua função na resistência relativa à obra a ser construída e assim também, reconheciam a importância física de elevadores, guindastes e polias para a redução do esforço humano, a fim de que a ancoragem dos novos conceitos interligassem com os desafios da proposta pedagógica que a Robótica *Gamificada* propõe.

Para diagnosticar os conceitos prévios, foi proposto inicialmente um bate papo sobre o uso e aplicações de máquinas simples e os princípios básicos para que ocorra uma construção civil. Revisou-se o funcionamento e aplicações de máquinas simples como o uso de alavancas, planos inclinados, associações de polias na Máquina de *Atwood*, talhas, guindastes, etc. Analisaram o funcionamento de ferramentas de escavação, carrinhos de mão, bate estacas, etc. Em segundo momento foram trabalhados temas relevantes para o entendimento das práticas, como os conteúdos programáticos de Equilíbrio de um ponto material e de um corpo rígido, Leis de Newton, Potência e trabalho, Tipos de energia, Conservação da energia, temas esses, base para o desenvolvimento das atividades de robótica. Os alunos foram conduzidos a pesquisarem sobre o princípio de funcionamento dos elevadores e bate estacas.

Considerando o exposto, apresentamos aos participantes a caracterização do estudo, evidenciando as escolhas por dois grupos de investigação chamados de

turma X e turma Y, referentes ao mesmo ano de ensino para comparação dos resultados, e todos os alunos menores de idade foram submetidos a aprovação dos pais para que pudessem participar deste projeto de pesquisa através do documento anexo no apêndice deste referido estudo através de um termo de consentimento.

A figura 11 abaixo mostra o modelo de pesquisa utilizado que é de ordem qualitativa, no qual o estudo de caso em questão mostra a organização em que foram distribuídas as etapas do trabalho, bem como as turmas envolvidas.



**Figura 11 – Organização das etapas da pesquisa**

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir serão apresentados os sujeitos do estudo e as práticas e desafios aos quais foram submetidos.

### 5.1 Sujeitos da Pesquisa

A proposta da Sequência Didática utilizando Robótica Educacional e Gamificação envolveu 60 alunos de duas turmas de ensino médio pertencentes ao curso Técnico Integrado em Eletrônica e identificadas pelos códigos: Turma X e Turma Y. Os nomes da Escola, localizada na cidade de Varginha, MG, e dos alunos foram mantidos em sigilo para preservação das identidades, na cidade de Varginha, MG.

A pesquisa teve início em 2017 com apenas a participação da Turma X com 30 alunos do 1º ano, submetido a uma sequência didática calcada na robótica tradicional, onde foram submetidos à prática cujo Tema 1 seria a montagem e desenvolvimento de um Bate estacas

Em 2018 houve a inserção da participação da Turma Y, também alunos do 1º ano e igualmente submetidos a uma sequência didática calcada na robótica tradicional, onde foram submetidos à uma prática cujo Tema 2 seria a montagem e desenvolvimento de um Elevador sem contrapeso e com contrapeso.

Ainda em 2018, os dois grupos participaram da 2ª etapa da pesquisa, organizada em uma nova sequência didática com princípios da robótica *Gamificada*, ou seja, os alunos da Turma X estavam nesse momento matriculados no 2º ano do ensino médio, enquanto a Turma Y, ainda no 1º ano do ensino médio.

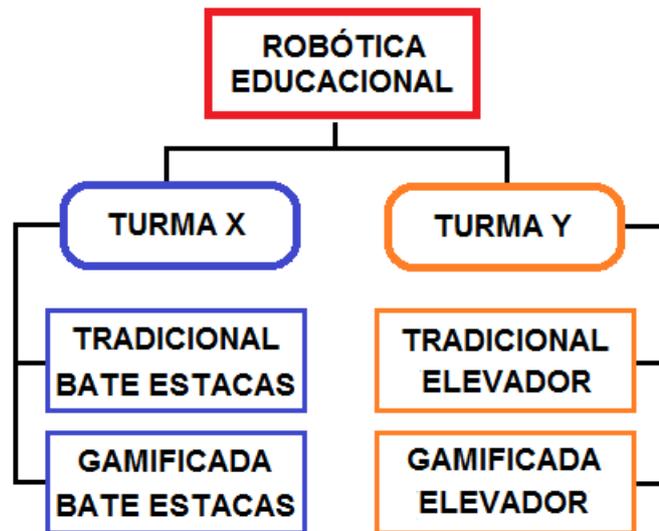
A escola possui sala própria para o ensino de Robótica, contando com um total de 10 mesas e 40 cadeiras, para um total de 40 alunos, com 10 caixas do Kit LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 à disposição para montagens diversas, uma mesa tamanho padrão para competições e testes dos robôs montados em cada prática, além de armários com caixas de reposição de peças.

A instituição forneceu toda a estrutura física que propiciou o desenvolvimento de atividades envolvendo a robótica educacional.

## **5.2 Construção da Sequência Didática**

Basicamente toda atividade de robótica para esses alunos dava-se de maneira tradicional, por tratarem-se de aulas que visavam tão somente montagem, programação e execução da programação dentro de uma carga horária de 100 minutos.

Cada Turma foi submetida a uma aula tradicional e a uma aula Gamificada, seguindo o seguinte esquema da figura 12.



**Figura 12 – Composição das aulas de Robótica Educacional.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha dos temas ficou a cargo do professor, que mediante aulas já lecionadas, buscou relacionar a aula Tradicional com a aula Gamificada, visando à comparação e internalização dos conceitos físicos. Uma vez escolhidos esses temas importantes e presentes no Exame Nacional do ensino médio (ENEM), buscou-se no material do aluno práticas que envolvessem os conteúdos norteadores destes conteúdos programáticos, procurando mensurar a eficácia da Gamificação frente à maneira tradicional de aplicação da robótica e assim, também maior absorção dos conceitos ensinados em sala.

Na primeira etapa de aula tradicional, os alunos das Turmas X e Y, de posse de seus materiais de apoio: caixas de lego EV3, *notebooks*, manual do aluno, seguiram para montagem, programação e execução do funcionamento dos robôs montados.

Na segunda etapa a que chamamos de prática Gamificada, os alunos realizaram: pesquisas em vídeo, *brainstorming*, montagens físicas, medidas, programações, desenvolveram tabelas, gráficos, cálculos e adaptaram às montagens peças extras, caso entendessem que a montagem do manual do aluno estivesse falha.

Durante o processo de montagem da prática *Gamificada*, os alunos foram convidados no laboratório de Robótica a se sentarem e mediante uma mesa redonda discutirem sobre os assuntos que seriam trabalhados durante as próximas montagens, usando a técnica do *brainstorming* ou tempestade de ideias.

O *brainstorming* foi desenvolvido formalmente em 1957 por Osborn, o qual argumentou que este método de técnicas e ferramentas para inovação (MTF-I), aumenta a qualidade e a quantidade das ideias geradas pelos membros do grupo (PAULUS e DZINDOLET,1993).

Assim, a dinâmica de grupo proposta durante a introdução da aula de robótica *Gamificada* inaugural, teve por propósito explorar potencialidades, conhecimentos adquiridos pela experiência em sala de aula, conhecimentos Físicos adquiridos durante o 2º trimestre de 2017 e 2018 por um indivíduo ou pelo grupo, pois de certa maneira teriam o desafio de trabalharem em equipes de 4 ou 5 alunos.

Depois dessa dinâmica foram propostos aos alunos que trouxessem vídeos, reportagens ou quaisquer outros materiais que versassem sobre o funcionamento do Bate Estacas e de elevadores.

Assim, mediante esses processos, desenvolveram-se estratégias para as aulas de Robótica Gamificada, uma vez que as aulas tradicionais, já faziam parte do material do aluno e só ficaria a cargo do professor a orientação no decorrer dos 100 minutos seguintes, auxiliando-os na montagem e por vezes na programação, sem que com isso, ficasse engessado os processos de montagem e a entrega do produto.

Nas aulas Gamificadas, todas as turmas foram orientadas a seguirem as fases do jogo, proposto no item 4.5.2, tabela 2, que trata de cada fase e o que cada equipe deveria fazer, e também todas as equipes deveriam preencher e responder os relatórios propostos para cada aula de Robótica Educacional (relatórios anexados no apêndice).

Para Ausubel (2000, p. 4). “a aprendizagem significativa dependem, em primeiro lugar, do relacionamento dos novos materiais potencialmente significativos com as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz”, logo, como recursos e materiais significativos, utilizou-se os kits de robótica educacional EV3, materiais distintos como tesoura, barbante, bolas de gude, argila, terra, areia e fitas adesivas, notebooks e o ambiente de programação do kit EV3.

Notou-se ao longo das práticas que em muitos casos havia passos na montagem do manual do aluno que não funcionariam conforme proposto, daí a importância do diálogo das equipes em proporem soluções para estes percalços, o que foi muito interessante, pois agregaram subsunçores, mediante ao conhecimento que os mesmos possuíam na montagem das práticas.

A Gamificação foi dividida em etapas e cada uma correspondeu na proposta como nível:

**1ª Etapa:** Os alunos tiveram que pesquisar sobre os temas centrais: o Bate estacas e o elevador.

**2ª Etapa:** Organização e montagem dos protótipos.

**3ª Etapa:** Programação do robô.

**4ª Etapa:** Coleta e tratamento dos dados.

A partir dessas etapas, os alunos foram desafiados a calcularem as cargas sofridas por cada pilar da casa a ser construída, a tração nos cabos dos elevadores, desenharem gráficos, tabelas e desenvolverem mapas mentais.

Ao final, cada Turma foi submetida à questionários que comparavam as metodologias utilizadas nas aulas tradicionais e nas aulas Gamificadas, como maneira de traçar um perfil entre as propostas didáticas.

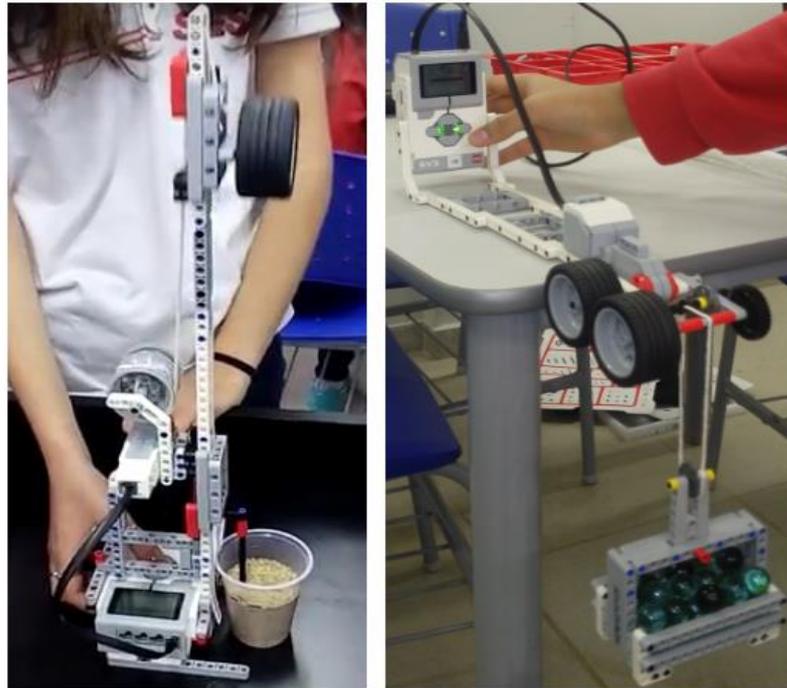
### ***5.2.1 Aula de Robótica tradicional***

Os alunos de posse de seus manuais de montagem e manual do aluno, reuniram-se em grupos de 4 ou 5 alunos e iniciaram seus trabalhos de montagem e programação, dentro de um prazo de 100 minutos sequenciais, nos quais todas as etapas deveriam serem cumpridas, incluindo montagem, desmontagem e alocação das caixas em seus respectivos armários.

Durante toda a montagem, o professor responsável, vez por outra interviu para que algumas etapas de montagem fossem concluídas e assim também como na programação dos robôs.

Essas aulas versaram sobre Energia e Potência, Máquinas e Equilíbrio e ficaria a critério somente do grupo responder ou não aos desafios propostos no manual de montagem, (PIETROCOLA, 2016).

Para que a prática não ficasse somente restrita à duas aulas de 50 minutos, era proposto ao final de cada prática, pesquisas sobre possíveis aplicações tecnológicas baseadas no princípio de montagem dos trabalhos de robótica demonstrados em sala de aula. Fotografia que ilustra as práticas do bate-estacas e do elevador.



**Figura 13 – Fotos da Prática do Bate Estacas e Elevador.**

Fonte: Registrado pelo autor.

São apresentados ao final deste trabalho os planos de ensino dessas aulas, bem como tarefas e resultados das avaliações de cada conteúdo.

### **5.2.2 Aula de Robótica Gamificada**

Introdutoriamente, nesta etapa os alunos foram desafiados a trazerem um trabalho sobre os temas já propostos na prática de robótica Tradicional que foram o Bate estacas e o elevador afim de compararmos a *Gamificação* como ferramenta motivacional de aprendizagem significativa.

Os alunos puderam desenvolver vídeos, simulações, protótipos, mapas mentais, cartazes para em grupos fazerem o *Brainstorming* (chuva de ideias) sobre a aula Gamificada que viria a seguir. Em seguida foram aplicadas práticas de robótica, como montagem e programação dos robôs.

O professor fez juntamente com os alunos a leitura dos itens propostos e os auxiliou durante todo o processo de construção. Foram expostos no quadro, possíveis fórmulas e dicas de cálculos. Durante esse período os alunos foram desafiados a cumprirem dois desafios como efeito de instigar neles a competição, uma vez que todo o processo foi composto por cinco fases e cada fase vencida ou

alcançada trouxe pré-requisitos para avançar a fases seguintes até os desafios, culminando com a vitória da equipe mais uniforme durante todo esse processo.

A *Gamificação* aqui fica explicitada, pois para equipe atingir o objetivo final tiveram que passar por todas as fases do *game* e alcançar seu prêmio, que pode ser proposto de acordo com cada professor.

Na escola onde foi aplicado o referido estudo, os professores puderam usar fração da nota Trimestral como fator motivacional, bem como acompanhado de desafios para que estes alunos buscassem competições futuras em torneios internos e externos. As fases do jogo foram distribuídas conforme as tabelas 1 e 2:

**Tabela 1: Fases do jogo e pontuações: Bate Estacas**

<b>FASES DO JOGO – BATE ESTACAS</b>	
<b>ETAPAS</b>	<b>OBJETIVOS DE CADA FASE</b>
<b>1ª ETAPA</b>	Ponto de partida: Cada equipe deverá pesquisar sobre o tema Central e trazer à sala de aula, vídeos, documentários, entrevistas sobre o trabalho de Robótica Lego que será ministrado.
<b>2ª ETAPA</b>	Montagem correta do protótipo proposto em cada prática.
<b>3ª ETAPA</b>	Programação do robô.
<b>4ª ETAPA</b>	Funcionalidades do robô e obtenção de dados
<b>DESAFIO 1</b>	Cálculo da carga total que a casa vai exercer sobre cada Pilar.
<b>DESAFIO 2</b>	A partir do teste SPT (Standard Penetration Test), preencher tabela e plotar gráfico da profundidade em função do número de golpes da estaca.
<b>FIM DO JOGO</b>	Completadas todas as etapas, será bonificada a equipe que melhor cumpriu os desafios com qualidade, corporativismo e em menor tempo!

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Fases do jogo e pontuações - Elevador:

FASES DO JOGO – ELEVADOR	
ETAPAS	OBJETIVOS DE CADA FASE
<b>1ª ETAPA</b>	Ponto de partida: Cada equipe deverá pesquisar sobre o tema e trazer para sala de aula, vídeos, documentários, entrevistas sobre o tema central da prática de Robótica Lego que será ministrada.
<b>2ª ETAPA</b>	Montagem correta do protótipo proposto.
<b>3ª ETAPA</b>	Programação do robô.
<b>4ª ETAPA</b>	Funcionalidades do robô e obtenção de dados.
<b>DESAFIO 1</b>	Montar um contrapeso e refazer cálculos de força.
<b>DESAFIO 2</b>	Aumentar a alavanca e acrescentar novas roldanas no elevador e verificar o que acontece.
<b>FIM DO JOGO</b>	Completadas todas as etapas, será bonificada a equipe que melhor cumpriu os desafios com qualidade, corporativismo e em menor tempo!

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir são apresentados os desafios 1 e 2 das duas aulas de robótica que foram *Gamificadas*:

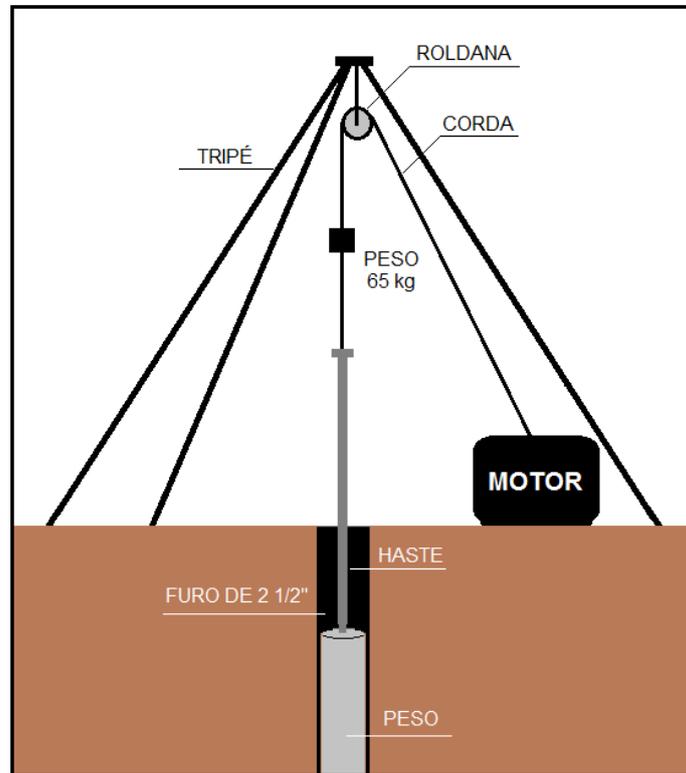
#### 5.4 Desafios do Bate Estacas

Os alunos tiveram que construir uma casa em terreno qualquer e como geotécnicos tiveram que analisar o solo no qual a casa foi construída e passar os dados do solo para que um engenheiro civil analisasse qual o tipo de alicerce (fundação) que a construção deveria ter.

Para análise do solo, os alunos deveriam utilizar uma técnica chamada *Standard Penetration Test* ou ensaio SPT, que é um dos métodos de sondagem do solo mais utilizados no mundo devido à facilidade de ser realizado.

O teste SPT, “é um método de sondagem por percussão, onde haja uma queda de um peso padronizado (65 kg) a uma altura de 75 cm para a cravação do amostrador no solo”. (NBR- 6484, 2001).

A figura 14 mostra um modelo de teste para análise do perfil do solo em que será feita uma construção chamado teste SPT (*Standard Penetration Test*).



**Figura 14 - Teste SPT (*Standard Penetration Test*).**

Fonte: Adaptada do Manual do aluno Pietrocola (2016, p. 6).

Com esse teste foi possível determinar a resistência do solo, tipos de solos e nível de água, parâmetros esses que podem ser usados para melhor analisar o tipo de fundação e a profundidade segura para assentar a construção. Como parâmetros os alunos compararam os tipos de solo mediante tabela 6, fornecida no tópico 5.4.2 Cálculo de Carga nas Edificações em Medidas e cálculos da fundação, segundo Pietrocola (2016).

### **5.3.1 Realização do Teste SPT**

Para a realização dos testes e cálculos, foi importante que os alunos entendessem que para uma construção ser feita, cálculos são necessários para garantir estabilidade e segurança. Mas como foram feitos esses cálculos? Que tipo de fundação deve ser escolhida?

Para que as equipes tivessem resultado satisfatório, iriam através do teste SPT, verificar e classificar o tipo de solo do terreno para, depois, indicar qual alicerce deveria ser usado.

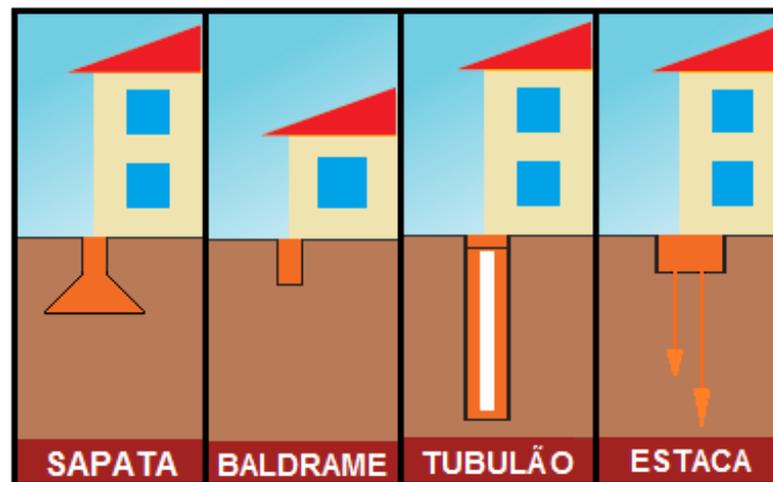
A casa a ser construída possuía as seguintes características, segundo estudos previamente realizados:

- a) Utilizou-se dois tipos de solo: argiloso e arenoso;
- b) A estrutura da casa deveria ter entre quatro e oito pilares;
- c) Todo o peso da estrutura da casa seria homogeneamente distribuído nas lajes e vigas, garantindo assim que cada pilar sustentasse a mesma carga.

Uma das etapas do planejamento de uma edificação é o cálculo da força aplicada sobre as vigas e sobre os pilares de sustentação. As vigas e os pilares de sustentação, por sua vez, pressionam o solo com determinada tensão (pressão), que será definida de acordo com a área da fundação.

O tipo de fundação a ser usado dependerá do tipo de solo e das características da obra. Dependerão também de outros fatores relevantes, tais como a profundidade em que se encontra, solo firme e a área da fundação capaz de suportar a tensão do peso da obra transmitida ao pilar.

Os tipos de alicerce ou fundação mais comuns são mostrados na figura 15:



**Figura 15 – Tipos de Fundação**

Fonte: Adaptada do Manual do aluno Pietrocola (2016, p. 7).

Os alunos analisaram segundo critérios técnicos, os alicerces ou bases de construção mais apropriadas para seus projetos.

Os tipos de alicerces mais comuns segundo BARROS (2011) são:

**Sapata:** É uma fundação direta, geralmente de concreto armado, com a forma aproximada de uma placa sobre a qual se apoiam colunas, pilares ou mesmo paredes.

**Baldrame:** é o tipo mais comum de fundação, pode ser considerada a própria fundação. Constituída de uma viga em cava de pequena profundidade sobre o solo.

**Tubulão:** são elementos estruturais de fundação profunda, empregado em locais de solos pouco resistentes ou que apresentam grande quantidade de água.

**Estaca:** é empregada em solos fracos ou em prédios de altura média. As estacas podem ser moldadas no local ou pré-fabricadas. As estacas podem ser de concreto simples, concreto armado, de madeira ou metálicas, dependendo da situação.

A tabela 3, fornece os valores mínimos para cargas verticais.

**Tabela 3: Valores de referência mínimos para cargas verticais.**

VALORES MÍNIMOS PARA CARGAS VERTICAIS*		
LOCAL		CARGA MÉDIA (kN)
Dormitório	Incluindo móveis e equipamentos	0,20
Sala	Sala de uso geral, incluindo equipamentos	0,30
Escritório	Incluindo móveis e equipamentos	0,20
Banheiro	Peças principais.	0,10
Área de Serviço	Com lavanderia.	0,25
Despensa	Incluindo equipamentos.	0,15
Copa e cozinha	Incluindo móveis e equipamentos.	0,25
Garagem	Para veículos com passageiros ou carga máxima de 25 kN por veículo	0,50

Fonte: Pietrocola, 2016 – adaptado das normas (ABNT, 6484)

### 5.3.2 Cálculo de Carga nas Edificações

As cargas nas edificações são somente o peso total que as mesmas sofrem em suas estruturas. O Engenheiro ou Arquiteto, através das plantas de arquitetura e de estrutura, mostrará ao chefe de obras ou pedreiro os pesos específicos dos elementos constituintes da obra e da carga útil (peso total) a ser considerada nas lajes e vigas, em virtude de diversos fatores como, altura, área total, tipos de solo,

etc.. Para nossa proposta, consideremos uma casa simples, de somente um único pavimento, cuja carga total será distribuída por todos os pilares.

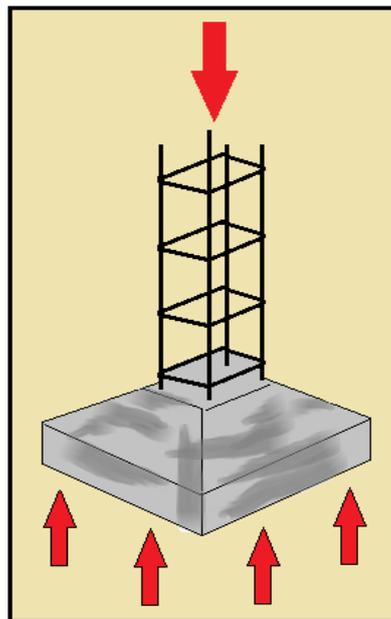
Consideremos para cálculo neste experimento os dados de referência explicitados na tabela 4.

**Tabela 4: Dados de referência para o experimento.**

Altura de queda do amostrador-padrão	23,5 cm
Massa da coluna da estaca	42,5 g
Aceleração da gravidade local	9,81 m/s <sup>2</sup>
<b>Obs. A cada queda do peso, meça a força de resistência média do solo.</b>	

Fonte: Adaptada de Pietrocola (2016, p. 8)

A figura 16 mostra o esquema das forças atuantes numa coluna de uma construção.



**Figura 16 - Forças num pilar de sustentação.**

Fonte: Adaptada do manual do aluno Pietrocola (2016, p. 8).

## MEDIDAS E CÁLCULOS PARA A FUNDAÇÃO

1) Para determinar o peso que a casa vai exercer sobre os pilares, será necessário escolher os cômodos da construção. A partir da tabela 3, cada equipe deverá selecionar a quantidade de cômodos e suas respectivas cargas.

A seguir, colocar as informações nos espaços indicados na tabela 5 e somar a carga total da casa.

Tabela 5 – Carga total da construção.

PESO TOTAL DA CASA (CARGA TOTAL)		
CÔMODOS	QUANTIDADE	PESO (kN)
PESO TOTAL		

Fonte: Adaptada de Pietrocola (2016, p. 8)

2) As equipes deverão escolher o número total de pilares de sustentação da construção, que deverá ser entre quatro e oito pilares. Determinem a força ( $F_{\text{pilar}}$ ) que cada pilar vai exercer sobre o solo (supondo que toda a carga esteja igualmente distribuída na viga de sustentação).

$$F_{\text{pilar}} = \frac{\text{carga total}}{\text{n}^\circ \text{ de pilares}}$$

3) Cada equipe deverá realizar o ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), ou seja, a partir do número de golpes ( $n$ ) sobre a estaca, obtenha a consistência do solo e a tensão ( $T_{\text{solo}}$ ) admissível pelo solo. Para isso deverão considerar os dados da tabela 6.

Tabela 6 – Tabela comparativa entre tipos de solos em função do número de golpes.

Relação entre a tensão média admissível e o n° de golpes da estaca no solo (n)			
Tipo de solo	Consistência	n	Tensão média (kN/m <sup>2</sup> ) ( $T_{\text{solo}}$ )*
ARGILA SECA	Muito mole	< 3	0,25
	Mole	3 a 5	0,40
	Média	5 a 7	0,80
	Rija	7 a 9	1,5
	Muito rija	9 a 11	2 a 4
	Dura	> 11	> 4 (use entre 6 e 10)
AREIA SECA	Fofa	≤ 2	0,80
	Pouco compacta	3 a 5	1,5
	Medianamente compacta	5 a 7	3
	Compacta	7 a 8	5
	Muito compacta	> 8	> 6 (use entre 6 e 10)

Fonte: Adaptada de Pietrocola (2016, p. 9)

Discuta com sua equipe quantos golpes serão necessários para realizar o teste. A partir do teste SPT, preencha a tabela abaixo com os valores obtidos.

**Tabela 7 – Tabela para preenchimento de dados do ensaio SPT.**

Número de golpes (n)	Profundidade (cm)	Consistência	$F_R$ (N)

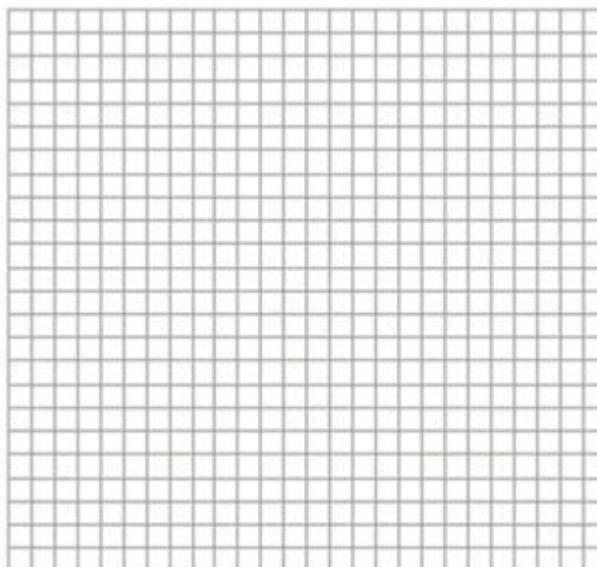
Fonte: Adaptada de Pietrocola (2016, p. 9)

4) Agora a equipe irá traçar o perfil geológico do solo. Para isso:

A) A partir dos dados acima, monte uma tabela da profundidade em função da força de resistência aplicada pelo solo ( $FR$ ) a cada  $d$  centímetros que o amostrador afunda.

Profundidade (cm)	$F_R$ (N)

B) Monte um gráfico da profundidade em função do número de golpes.



5) A equipe deverá criar um parecer técnico, para mostrar ao engenheiro civil qual o melhor tipo de fundação a ser utilizada. Utilize a tabela 7 para efetuar os cálculos.

Depois, em uma folha à parte, faça um pequeno relatório especificando:

- A) O peso total da casa.
- B) A carga que cada um dos pilares sustenta.
- C) A profundidade em que a fundação deverá ser construída, o valor da tensão ( $F_R$ ) que o solo deverá suportar e a consistência do solo.
- D) A área da fundação a ser utilizada.
- E) O tipo de fundação indicado.

**Tabela 8 – Tipos de fundação em função da área.**

Área média da Fundação (m <sup>2</sup> )	Tipo de Fundação*
Entre 10 e 20	Baldrame
Entre 20 e 30	Sapata
Entre 30 e 40	Estaca
> 40	Tubulão

Adaptada de Pietrocola (2016, p. 10) \* Valores fictícios

#### 5.4 Desafios do Elevador

Neste experimento os alunos, tiveram contato de forma introdutória ao estudo das roldanas e suas associações. Tiveram que montar um elevador com uma única roldana através do Kit EV3 LEGO® Mindstorms, através do manual do aluno, onde a equipe deveria fazer a programação de modo a não modificar a força do motor e nem a carga a ser suspensa. Por isso foi importante pensar:

- Se não foi possível modificar a força do motor e nem a carga do elevador, o que deverá ser alterado para que ele funcione de modo desejado?
- Os livros de Física mostram que, utilizando máquinas simples, é possível realizar determinados trabalhos ( $\tau$ ) aplicando forças ( $F$ ) de menor intensidade. Como esta definição pode ajudar na solução do problema apresentado?

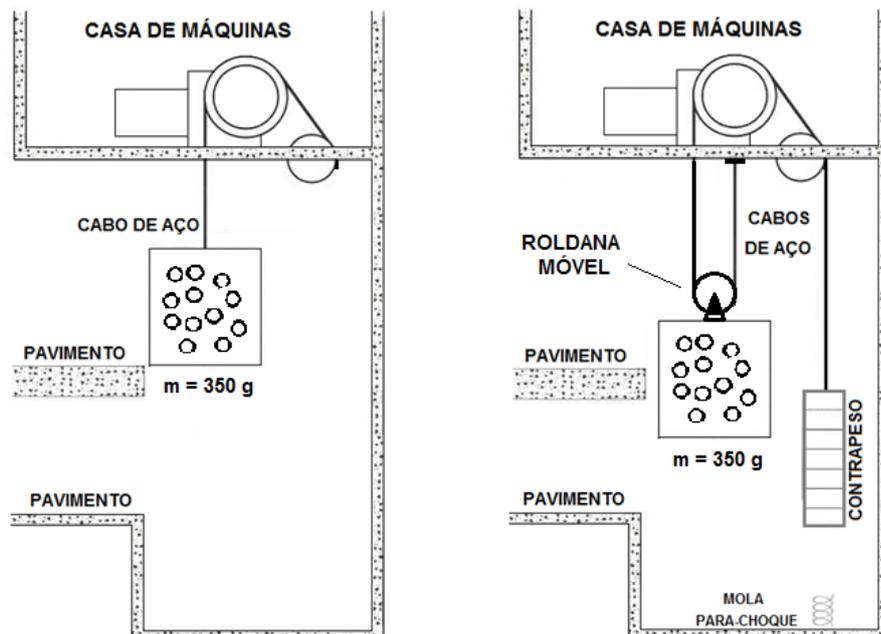
- Que tipo de máquina simples pode ser usado para melhorar o funcionamento de um elevador? Que peças do *kit* EV3 permitem, por exemplo, construir um conjunto de roldanas ou, até mesmo, trabalhar com uma roldana fixa ou móvel?
- Como realizar o mesmo trabalho com menor força? Lembre-se de que:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \Theta$$

Após essas informações, os alunos deveriam modificar o desempenho do elevador, aumentando o comprimento do cabo, acrescentando outras roldanas fixas e móveis e observarem possíveis alterações no funcionamento do equipamento.

#### 5.4.1 Testes com o Elevador

Coloque cerca de 350 g de bolinhas de gude dentro da cabine do elevador. Essa massa é um pouco maior do que suporta o elevador LEGO®. Assim, é possível observar que, ao tentar elevar a cabine, a força empregada pelo motor não é suficiente para deslocá-la. A figura 17 mostra um exemplo esquemático de dois tipos de elevadores (sem contrapeso e com contrapeso), para as montagens que os alunos deveriam cumprir nos desafios na sequência.



**Figura 17 - Desenho esquemático de elevadores sem e com contrapesos**

Fonte: Adaptada de: <http://hapeelevadores.blogspot.com> > Acesso: junho 2018.

A) Inclua outra roldana fixa e responda:

1) A cabine do elevador sobe?

2) O que pode ser observado no elevador com duas roldanas fixas. Por quê?

B) Substitua a segunda roldana fixa por uma roldana móvel.

1) Quais os efeitos observados quando temos um elevador com uma roldana fixa e outra móvel? Por quê?

Lembre-se de que  $T = F \cdot d \cdot \cos \Theta$ , em que  $T$  é o trabalho em Joules (J),  $F$  é a força em Newton (N),  $d$  o deslocamento em metros (m), e  $\Theta$  o ângulo entre a força aplicada e o deslocamento, em graus ( $^{\circ}$ ).

Observe cuidadosamente o problema e os testes que você efetuou. Como é possível demonstrar, com o elevador LEGO®, que a fórmula do trabalho estabelece adequadamente as relações envolvidas?

A) Efetue o teste deixando o elevador subir por 20 cm. Meça o deslocamento ( $d$ ). **Atenção!** O deslocamento corresponde à quantidade de fio que o motor enrolou. Pense em um modo de realizar essa medição.

B) Acrescente uma segunda roldana móvel ao elevador e meça o novo deslocamento ( $d$ ).

- O que aconteceu com o deslocamento? O que a roldana fez com a força necessária para subir a cabine? A força desapareceu ou foi distribuída devido à associação das polias?



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A sequência didática proposta foi a mesma para todos os anos, por isso foi possível fazer uma comparação do desenvolvimento dos alunos em pelo menos dois aspectos, primeiro em relação à atividade Tradicional e *Gamificada* para cada Turma e em seguida o comportamento das turmas na sequência dos estudos de robótica educacional.

Por 6 anos lecionando robótica educacional em escola de ensino médio articulado ao técnico, foi observado que as aulas de Física aliadas à Robótica tornaram-se mais atraentes, frente às aulas tipicamente delimitadas entre lousa, giz, vez por outra *data show* e alguns experimentos. Os resultados serão discutidos a seguir a fim de comparar a eficácia das aulas Gamificadas, frente as tradicionais.

### 6.1 Descrição das aulas tradicionais

As aulas Tradicionais a que se refere esse estudo foram assim chamadas por tratarem-se de aulas que basicamente tinham um cunho mais simbólico e lúdico, que propriamente ensinar Física de maneira mais eficaz.

Todas essas aulas propostas ao longo destes anos deveriam ser compostas em duas aulas de 50 minutos e consecutivas, conciliando conteúdos trabalhados no currículo em conjunto com o Manual do aluno (PIETROCOLA, 2016).

Neste referido estudo da aula tradicional, não foram transcritos muitos diálogos e dúvidas de montagem, uma vez que cada equipe possuía os próprios manuais de montagem e programação prontos, bem como o tempo era limitado.

As aulas propostas para os grupos de alunos, já tinham sido trabalhadas em sala de aula, portanto esperava-se que a maioria dos alunos não tivesse dúvidas quanto ao decorrer das aulas, o que foi um engano.

Os alunos tanto da turma X quanto da turma Y, ao final das aulas tradicionais, foram submetidos a um questionário a fim de observar quais eram suas percepções acerca das aulas de robótica.

## **6.2 Descrição das aulas *Gamificadas***

Visando o aprendizado dos conceitos Físicos ancorados nos processos da aprendizagem significativa, a Gamificação vem ao encontro das necessidades de nossos jovens que buscam aulas mais dinâmicas, diferenciadas e que ainda possuam fatores motivacionais.

Entrou nessa proposta o cumprimento de metas, a que se chamam etapas, confecção de relatórios, análise de dados e construção de gráficos. Foi proposto ao final o cálculo de carga que uma casa deveria receber sobre seus pilares, bem como na prática do elevador, o cálculo de tração ao construir um elevador sem contrapeso e outro com contrapeso. Essas aulas foram divididas num total de 8 aulas de 50 minutos em semanas subsequentes. Sendo 4 aulas para a prática do Bate Estacas e 4 aulas para a prática do Elevador

Nessa fase do projeto, também foram aplicados os mesmos questionários nas Turmas X e Y, só que agora introduzindo o conceito da Gamificação aliada à robótica educacional e os resultados foram surpreendentes.

## **6.3 Análise dos registros produzidos pelos alunos**

Para um controle das turmas participantes deste referido estudo, foram confeccionados modelos de relatórios, com respectivas perguntas sobre o tema e o

tipo de aula adotada (*Tradicional ou Gamificada*), bem como propostas de melhorias sobre a prática de robótica adotada.

Esses relatórios tiveram por objetivo a avaliação do método aplicado pelos alunos na busca do entendimento físico e teórico do experimento, bem como visaram dar oportunidade para que os alunos pudessem transcender os conteúdos para avanços maiores frente aos desafios que o projeto propunha. Ao final destas aulas de robótica puderam estabelecer um comparativo gráfico sobre temas abordados nas turmas com aulas tradicionais e com aulas de robótica juntamente com a *Gamificação*.

Os registros de todas as aulas deste estudo de Mestrado foram feitos por meio digital (fotos e vídeos) para posterior análise, tendo a identidade de todos os alunos preservadas, por ser tratar de alunos menores de 18 anos onde os pais ou responsáveis legais estavam cientes ao assinarem um termo de consentimento que foram enviados aos mesmos.

Nos apêndices, consta um modelo de relatório que poderá sofrer modificações no decorrer das atividades, tendo em vista a complexidade da atividade, bem como o interesse dos alunos por buscarem mais elementos do conhecimento que poderão nortear a atividade desenvolvida, ampliando assim a atividade proposta.

### **6.3.1 Registros das aulas de robótica tradicional**

Nas aulas tradicionais pude perceber que as equipes, de forma geral, tiveram maiores dificuldades nas conclusões dos trabalhos, devido à falta de maturidade, falta de pesquisa para a participação no que eles teriam contato e o tempo restrito.

Muitos alunos ao serem questionados sobre quais transformações de energia estavam ocorrendo durante a prática do Elevador ou bate estacas, não conseguiram responder, uma vez que se preocuparam mais em montar os protótipos a aprender em como resolver problemas e entender os processos que envolviam as transformações de energia propostos na disciplina de Física e a prática em si.

Abaixo segue um dos diálogos feitos nas Turmas X e Y sobre os processos de transformação de energia envolvidos no bate estacas e elevador:

1) Ao elevar o bloco móvel do bate estacas quais as transformações energéticas estão envolvidas no processo?

Respostas:

Aluno P. (Turma X): *Uai... cinética em impacto!*

Aluno M. (Turma X): *Potencial em cinética professor?*

Aluno C. (Turma Y): *Gravidade em cinética!*

Aluno A. (Turma Y): *Gravidade em cinética e potência!*

Observa-se pelas respostas de alguns dos alunos frente à pergunta 1, que a maioria respondia de maneira automática sem que se analisassem os processos como um todo e por vezes sem compreensão.

Ainda frente às aulas tradicionais, na prática do elevador foi questionado:

1) Ao elevar a carga pelo elevador sem contrapeso, o que foi possível notar quanto aos processos de transformação de energia?

Respostas:

Aluno M. (Turma X): *O motorzinho do EV3 transforma energia mecânica em cinética.*

Aluno T. (Turma X): *O elevador transforma energia elétrica em movimento!*

Aluno D. (Turma Y): *O que estou vendo é que sobe lento, pois está pesado!*

Aluno F. (Turma Y): *Energia potencial gravitacional em cinética!*

2) Ao colocar uma segunda roldana no elevador, você notou alguma diferença? Qual o conceito físico envolvido?

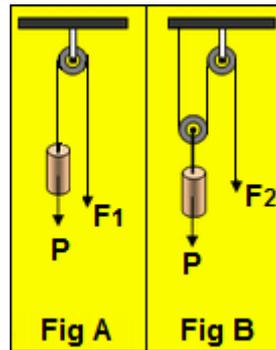
Aluno T. (Turma X): *Sim, o motor do EV3 tá mais rápido! Mais roldana menor força!*

Aluno P. (Turma X): *Sim, conseguimos levantar o peso! Não sei! rsrs... Foi a rodinha?*

Aluno A. (Turma Y): *Sim, ficou mais rápido pra subir. A roldana ajudou nisso!*

Aluno D. (Turma Y): *Sim, ficou mais rápido para elevar a carga devido o acréscimo da roldana móvel.*

Quanto à prática do elevador, notou-se que os alunos compreenderam a função das roldanas como máquinas simples, relacionando a redução de esforço ao elevar cargas devido à maneira no qual essas são associadas. Seria importante que os alunos enxergassem o que já foi mostrado em sala. A figura 18 demonstra o que o aluno deveria internalizar, no caso do exemplo em 18 A, o peso deveria ser igual a  $F_1$  ( $P = F_1$ ) e no segundo exemplo da figura 18 B, que  $F_2$  fosse a metade do peso ( $F_2 = P/2$ ).



**Figura 18 – Modelo de associação de polias**

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi notado também, durante as aulas tradicionais, a falta de organização das equipes, mesmo mostrando anteriormente a importância de se ter um líder, um programador, um organizador e um montador, para que a equipe funcionasse como uma linha de montagem.

Notou-se uma dificuldade de conciliar as práticas tradicionais a somente 2 aulas, totalizando 100 minutos, devido à grade horária e por acabar comprometendo aulas de outras disciplinas, uma vez que todos os professores possuem uma ementa a cumprir. Em se tratando de ensino articulado ao curso Técnico em eletrônica, não seria possível serem oferecidas essas aulas no período da tarde.

Enfim, a primeira impressão que tive ao apresentar a robótica educacional Tradicional como ferramenta auxiliar ao ensino de Física, foi uma abertura maior de diálogos entre os alunos e o professor, bem como houve avanços pequenos, baseados na tentativa de resolução de problemas durante as aulas e, vez por outra, os desafios propostos extraclasse eram desenvolvidos, fazendo conexão por vezes do conteúdo de Física tratado em sala de aula aliado à ferramenta de robótica educacional.

Questionei alguns alunos ao final da prática de robótica Tradicional, aliada às aulas de Física sobre qual a impressão que os alunos tiveram sobre as aulas e obtive às seguintes respostas:

Aluno W. (Turma X): *As aulas são mais interessantes e não dá vontade de sair!*

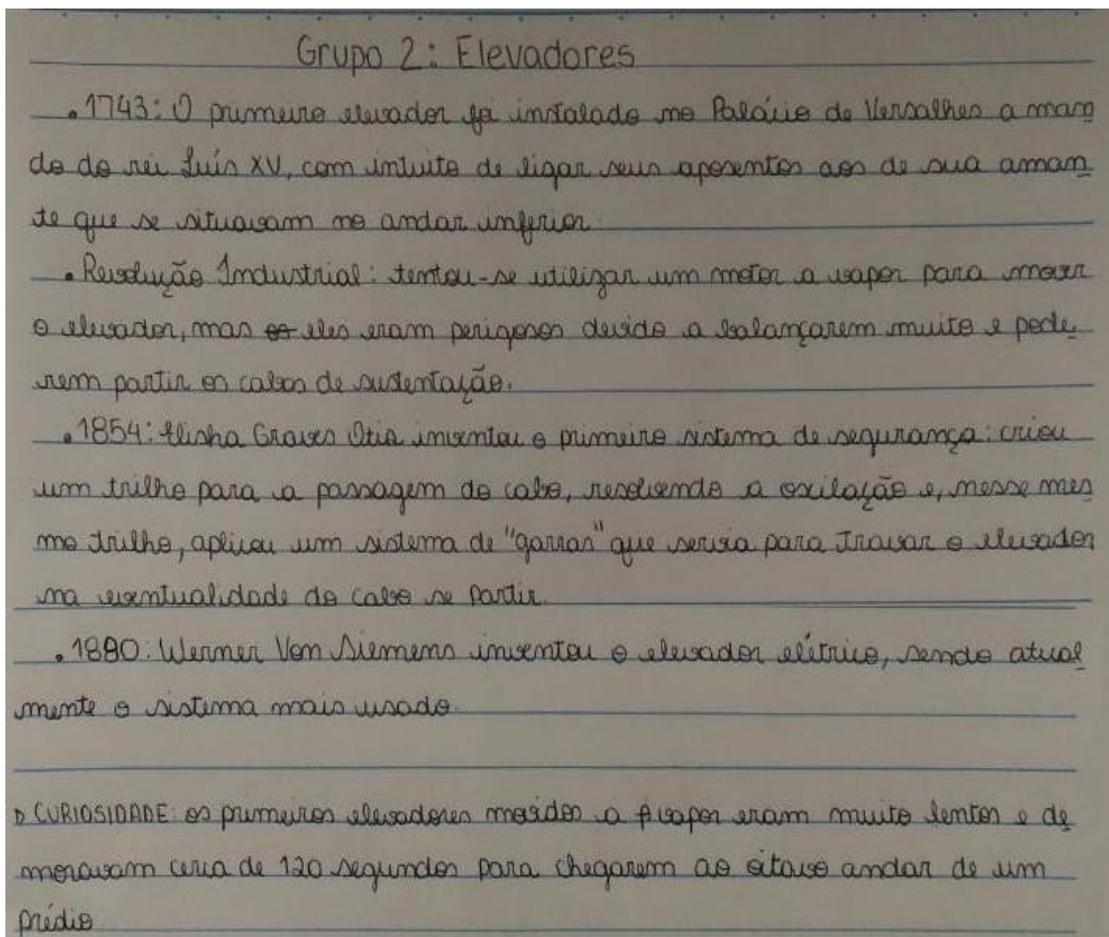
Aluno R. (Turma X): *Bem bacana, pois podemos aprender brincando!*

Aluno P. (Turma Y): *Achei muito interessante, mas quase não tivemos tempo para concluir.*

Aluno C. (Turma Y): *Gostei muito! Consegui lembrar das polias, energia potencial, cinética. As práticas são a Física aplicada né?*

Mesmo com essa falta de tempo, autonomia, alguns alunos eram desafiados ao fim das práticas tradicionais, pesquisarem sobre as aplicações tecnológicas ou história das práticas envolvidas.

A figura 19 abaixo mostra uma pesquisa feita por um dos grupos, neste exemplo o grupo 2, turma Y, sobre a evolução dos elevadores.



**Figura 19 – Histórico sobre os primeiros elevadores**

Fonte: Registrado pelo autor

Pode ser observado que alguns acreditavam que as aulas tradicionais poderiam sim ser uma boa maneira para apresentar os conteúdos de Física, bem como rever conceitos já apresentados.

Ambas as turmas afirmam que a robótica educacional tradicional não incentivou o aumento em suas pesquisas sobre Física e seus tópicos relacionados nas práticas e conclui-se que há uma unanimidade em afirmar que duas aulas não foram suficientes para desenvolver toda proposta da aula.

Abaixo se mostra o questionário e as respectivas respostas das turmas X e Y, em relação às aulas tradicionais das práticas sobre o elevador e o bate estacas.

**QUESTÃO 1:** Você entende que a robótica educacional tradicional funciona como uma ferramenta auxiliar ao ensino de Física?

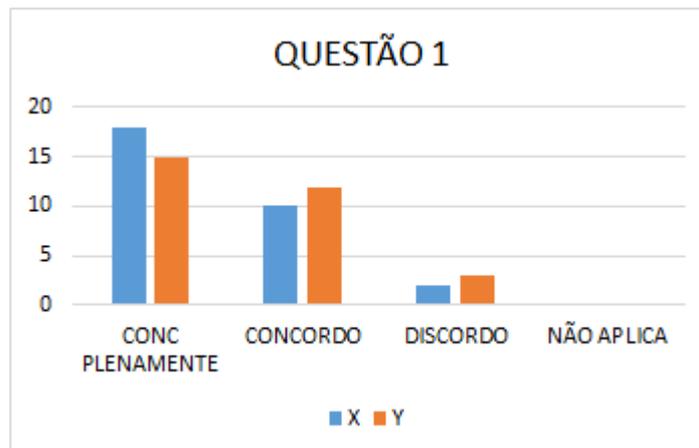


Gráfico 1 – Questão 1 – aula Tradicional  
Fonte: Elaborado autor

**QUESTÃO 2:** A robótica educacional tradicional incentivou mais suas pesquisas sobre tópicos da Física para atingir resultados esperados?

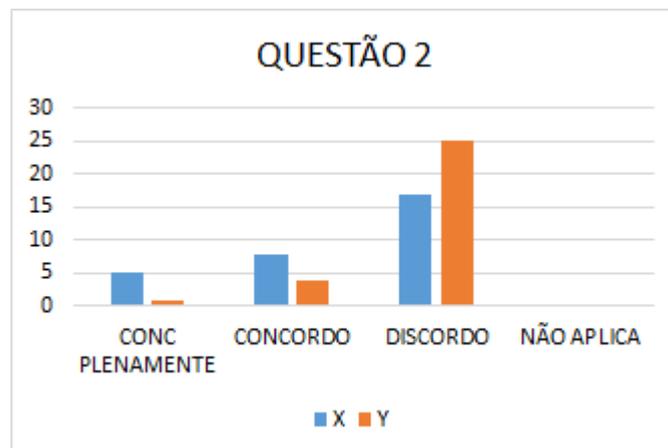


Gráfico 2 – Questão 2 – aula Tradicional  
Fonte: Elaborado autor

**QUESTÃO 3:** Na sua opinião a robótica educacional tradicional como foi proposta em 2 aulas, é eficaz na absorção de conteúdos da Física?

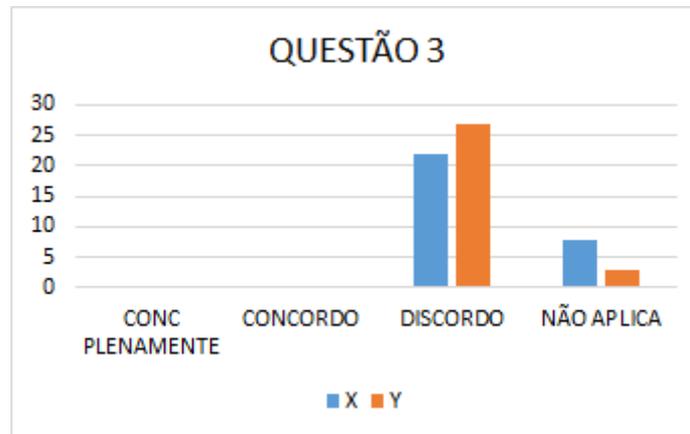


Gráfico 3 – Questão 3 – aula Tradicional  
Fonte: Elaborado pelo autor

Observou-se que os alunos se envolviam durante a aplicação das aulas de robótica, mas era necessário estar o tempo todo os motivando para concretizarem as etapas propostas no manual do aluno como: montagem, programação e teste do robô.

Nota-se aqui a dependência constante ao professor em todas as equipes, para solução de problemas, o que entendo como uma possível falta de autonomia, amadurecimento e falta de pesquisa sobre o tópico trabalhado.

Observando os dados do gráfico 1 – questão 1, nota-se que a maioria dos alunos percebem o potencial que a robótica tem como ferramenta para o ensino de Física, mas que por ser desprovida de fatores motivacionais, figura 2 – questão 2, não os estimulam a pesquisar mais sobre estes conteúdos aplicados. A questão 3 da figura 3, mostra que o tempo insuficiente para a aplicação das práticas, torna-se um fator paralelo ao desinteresse para a pesquisa e aprofundamento do conteúdo proposto.

### **6.3.2 Registros das aulas de robótica Gamificadas**

Comparando-se a aula Tradicional frente à aula Gamificada, foi possível notar uma maior aceitação por partes de nossos “*Nativos Digitais*” (Prensky, 2001), daquela na qual possui o *Game*, o desafio e concomitante recompensa como forma mais eficaz de ensinar determinado conteúdo de Física frente às que não possuem.

Entendendo a importância de aumentar o mecanismo de aprendizado baseado em resultados e assim também nas aspirações que o docente possui. Relacionar novas ferramentas atreladas às novas tecnologias são fundamentais nos dias atuais.

Desta maneira, Ausubel (2000, p. 17), diz que:

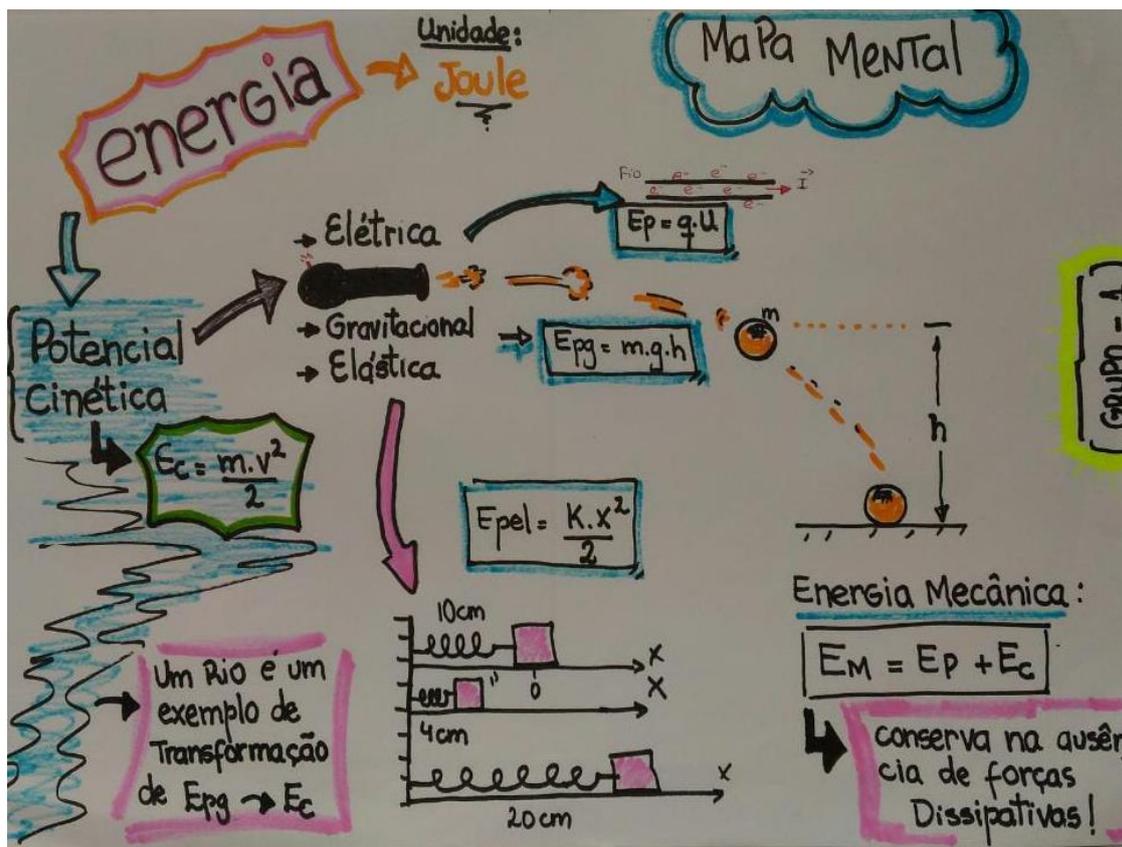
A aprendizagem significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material *potencialmente* significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material.

Visto que o material Lego é potencialmente significativo e que os alunos possuem ideias ancoradas em aulas e atividades anteriores, as aulas Gamificadas possuíram papel importante na absorção de conteúdos, identificados mediante avaliações durante o corrente ano, observações diretas durante a apresentação dos relatórios e gráficos.

Durante a inserção dessa nova proposta, a *Gamificação*, observou-se que a atual geração possui certa resiliência em trabalharem em grupos num primeiro momento, e assim também cumprirem metas.

Notou-se que essa resistência foi desaparecendo ao longo das atividades, o que sobremaneira mostra a interiorização da importância do trabalho em equipe no mundo atual para o alcance de resultados.

Na figura 20, o grupo 1 – da turma Y, trouxe para o *Brainstorming* um mapa Mental para auxiliar nas discussões sobre o uso da palavra energia no dia a dia dos alunos, assunto esse tratado em sala.

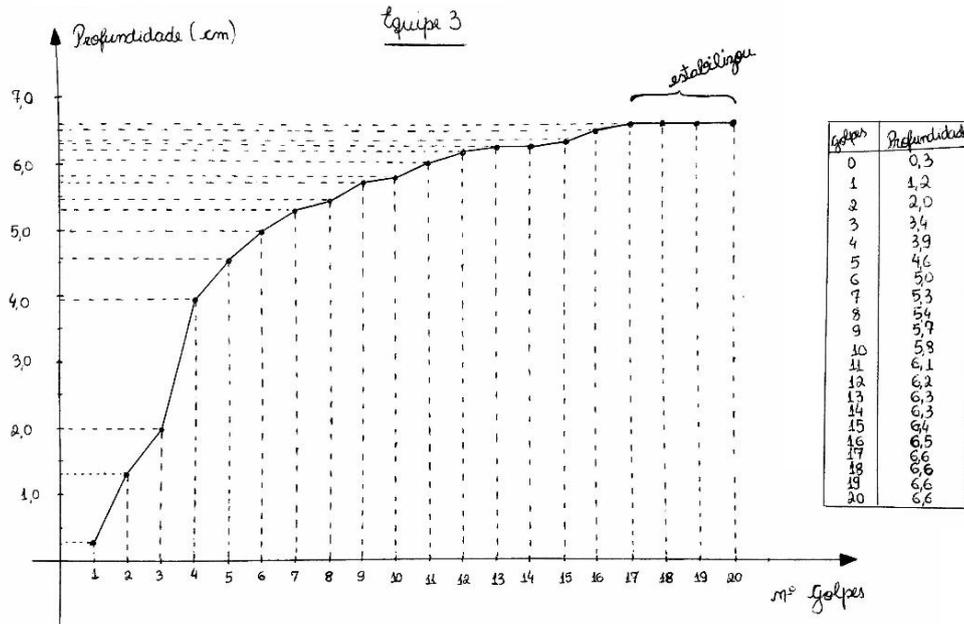


**Figura 20 – Mapa mental sobre o tema energia**

Fonte: Registrada pelo autor.

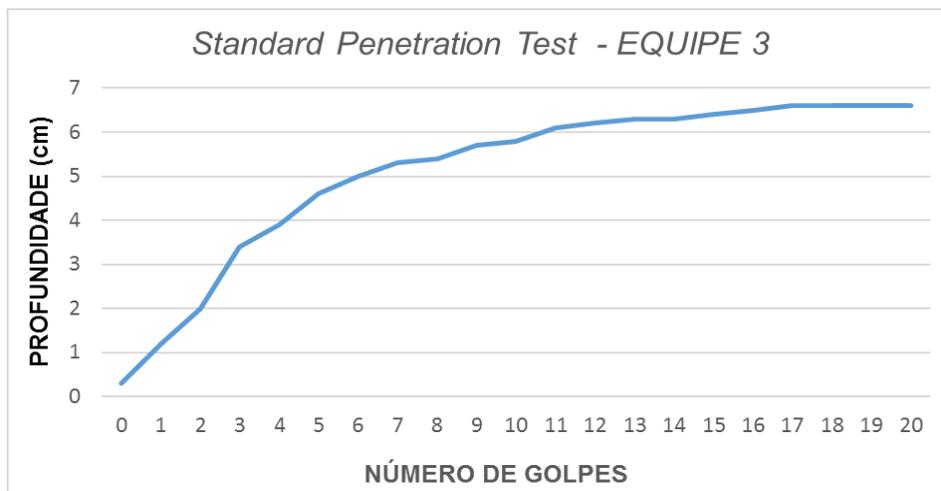
Abaixo se mostram resultados interessantes de um dos grupos frente à aquisição de dados e sequente construção de gráficos.

A figura 21 A e 21B, evidencia os esforços para cumprir os desafios propostos por uma das equipes (Equipe 3), feitas à mão e posteriormente no *Excel*.



**Figura 21A - Gráfico da profundidade em função do número de golpes (manual).**

Fonte: Registrado pelo autor



**Figura 21B - Gráfico da profundidade em função do número de golpes (Excel).**

Fonte: o autor

O preenchimento dos relatórios com excelentes resultados foi motivo de grande satisfação, pois foi a primeira vez que todos os alunos tiveram contato com aulas de robótica educacional *Gamificada* como ferramenta complementar ao ensino de Física.

A figura 22, mostra os esforços para o preenchimento de um dos relatórios durante aula, feito pela equipe 5 da Turma Y.

ESCOLA INTEGRADA DE ENSINO MÉDIO E TÉCNICO – VARGINHA – MG		
DISCIPLINA: FÍSICA	DATA: 30/10/18	HORÁRIO: 07:50 ÀS 09:30
PROFESSOR: MARCOS FABRÍCIO CAMPOS TAVARES		Equipe 5
NOME DA ATIVIDADE: ELEVADORES		
LIVRO: MÁQUINAS E EQUILÍBRIO	PÁGINA: 5	
ALUNOS DA EQUIPE		FUNÇÕES:
1)	_____	LÍDER _____
2)	_____	ORGANIZADOR _____
3)	_____	CONSTRUTOR _____
4)	_____	PROGRAMADOR _____
<b>RELATÓRIO:</b>		
1) Se não é possível modificar a força do motor nem a carga do elevador, o que deverá ser alterado para que ele funcione do modo desejado? <u>A ENGRENAGEM</u>		
2) Seu livro de Física mostra que usando máquinas simples, é possível realizar determinados trabalhos ( $w$ ) aplicando forças ( $F$ ) de menor intensidade. Como esta definição pode ajudar na solução do problema apresentado? <u><math>w = P \cdot h</math> TRABALHO DA FORÇA PESO DIMINUI QUANDO FOR COLOCADO POLIA MÓVEL, DIMINUI O PESO PELA METADE.</u>		
3) Que tipo de máquina simples pode ser usada para melhorar o funcionamento de um elevador? Que peças do kit EV3 permitem, por exemplo, construir um conjunto de roldanas ou, até mesmo, trabalhar com uma roldana fixa ou móvel? <u>ROLDANAS ASSOCIADAS - MÓVEL E FIXA.</u>		

**Figura 22 – Relatório da prática sobre funcionamento do Elevador.**

Fonte: Desenvolvida pelo autor.

Os esforços dos alunos, quando bem orientados, são importante combustível para alavancar seus próprios questionamentos, uma vez que a construção do conhecimento é baseada tanto no conhecimento prévio, quanto a ferramentas substancialmente significativas.

Ao final da aplicação das aulas *Gamificadas*, as turmas X e Y, agora, com maior envolvimento e maiores conhecimentos prévios, responderam as seguintes perguntas:

**1) Ao elevar o bloco móvel do bate estacas quais as transformações energéticas estão envolvidas no processo?**

Aluno E. (Turma X): *Energia cinética em potencial e vice-versa.*

Aluno J.P. (Turma X): *Transformação de energia mecânica do motor em cinética. Ao acabar de levantar o peso, temos armazenada energia potencial gravitacional. O mesmo que trabalho da força peso?*

Aluno P. (Turma Y): *Mecânica em cinética e cinética em potencial gravitacional.*

Aluno T. (Turma Y): *Para subir mecânica em potencial e para descer potencial em cinética!*

Ambas as turmas souberam com maior propriedade responder os processos envolvidos na prática e puderam associar em outras situações cotidianas. A exemplo, o aluno T. da turma X questionou:

*- Professor em situações reais, notamos que durante o processo de elevar e soltar o bate estacas, notamos que toda vez que o peso cai, há barulho na colisão. Não é energia perdida? Tem como calcular essa perda?*

Importante notar que os alunos começam a entender que nos processos de transformação de energia, sempre haverá perdas no processo e essas perdas de energia são transformadas em outras modalidades.

**2) Ao elevar a carga pelo elevador sem contrapeso, o que foi possível notar quanto aos processos de transformação de energia?**

Respostas:

Aluno M. (Turma X): *Se for olhar todo o processo: Química da bateria em elétrica, elétrica em mecânica, mecânica em potencial.*

Aluno F. (Turma X): *O motor EV3 transforma energia mecânica em potencial!*

Aluno L. (Turma Y): *Energia mecânica em potencial gravitacional*

Aluno G. (Turma Y): *Energia mecânica em potencial gravitacional e depois em cinética!*

**3) Ao colocar uma segunda roldana no elevador, você notou alguma diferença? Qual o conceito físico envolvido?**

Aluno G.R. (Turma X): *Sim, o motor puxa a carga com maior velocidade! A roldana móvel reduziu a força no motor!*

Aluno L. (Turma X): *Sim, ficou mais rápido de levantar por causa da roldana que foi associada.*

Aluno C. (Turma Y): *Sim, ficou mais rápido! A roldana móvel sobre o elevador reduziu o peso por dois. ( $F = \text{peso}/2$ )*

Aluno P. (Turma Y): *Sim, tivemos que reduzir a potência do motor pois estava subindo muito rápido e poderia estragar a montagem, pois colocamos duas roldanas móveis em vez de uma só!*

Em todas as respostas das perguntas 2 e 3 foi possível perceber maior maturidade, assim como maior compreensão sobre as práticas e os conceitos físicos envolvidos. A Gamificação permitiu ao aluno uma maior pesquisa, internalização do conteúdo da Física associado e sua aplicação nas práticas.

Ao final da aplicação da prática *Gamificada*, os alunos responderam à mesma pergunta sobre qual a impressão que os mesmos tiveram sobre as aulas e obtivemos às seguintes respostas:

Aluno P. (Turma X): *As aulas são desafiadoras e a equipe toda fica louca para passar pelas fases.*

Aluno G. (Turma X): *Essa didática foi muito melhor que a primeira, pois temos que pesquisar, organizar e executar o passo a passo para conseguirmos terminar as etapas.*

Aluno D. (Turma Y): *Muito melhor que a primeira, pois conseguimos terminar todas as fases do game, desenhar o gráfico. Houve maior compreensão sobre a Física que está envolvida na robótica.*

Aluno W. (Turma Y): *Gostamos muito! Consegui executar todas as tarefas, compreendi mais sobre projeto de pesquisa, conceitos relacionados à Física, enfim foi muito bacana participar destas aulas!*

Mostram-se nas respostas anteriores maior maturidade e assimilação da proposta da *Gamificação* no qual os alunos foram desafiados.

A aplicação do questionário ao final da prática *Gamificada*, mostra que houve um maior entendimento sobre a importância da Gamificação como ferramenta no ensino de Física, pois são os desafios que movem a educação nessa atual geração, na questão 2, houve uma inversão na opinião dos alunos quanto a importância que a Gamificação possui frente a pesquisa, busca de novos conceitos, para que o horizontes se ampliem ao serem desafiados. Houve significativa melhora na resposta sobre o aumento de 2 para 4 aulas de robótica educacional como ferramenta ao ensino de Física, mostrando ainda que os alunos, se possível, usariam maior carga horária para completarem seus desafios.

Abaixo, será mostrado os dados referentes à análise feita anteriormente acerca da prática de robótica *Gamificada*.

**QUESTÃO 1:** Você entende a Robótica Lego Gamificada como uma ferramenta complementar ao Ensino de Física?

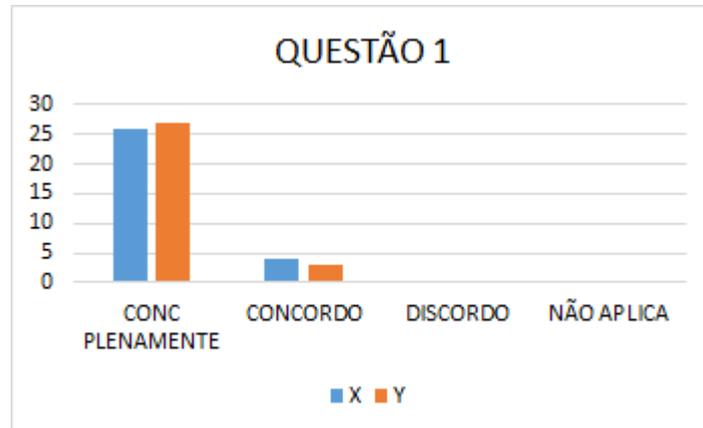


Gráfico 4 – Questão 1 – aula Gamificada

Fonte: Elaborado pelo autor

**QUESTÃO 2:** A Robótica Lego Gamificada incentivou mais suas pesquisas sobre tópicos da Física para atingir resultados esperados?

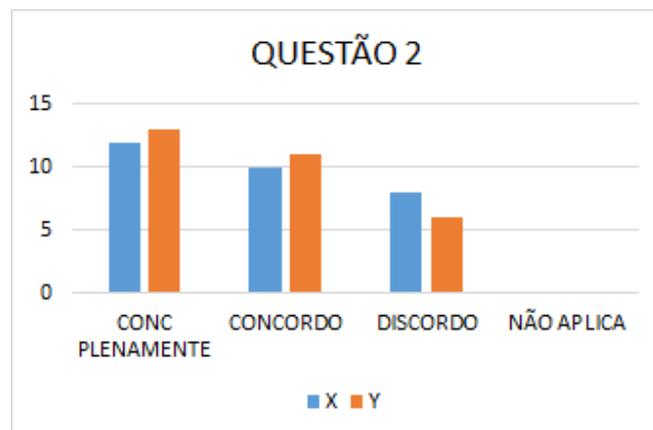


Gráfico 5 – Questão 2 – aula Gamificada

Fonte: Elaborado pelo autor

**QUESTÃO 3:** Na sua opinião a Robótica Lego Gamificada como foi proposta em 4 aulas é eficaz na absorção de conteúdos da Física?

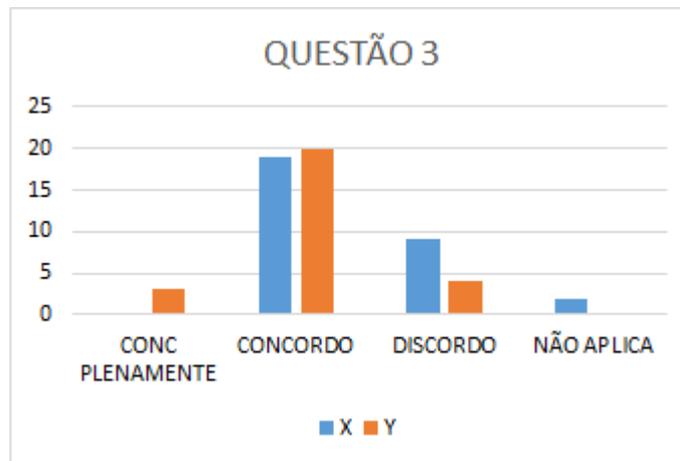


Gráfico 6 – Questão 3 – aula Gamificada  
Fonte: Elaborado pelo autor

Concluindo essa participação dos alunos, a eficácia da *Gamificação* aliada ao ensino de Física, corrobora para o aumento da participação das equipes (gráfico 4 – questão 1), da maior autonomia que os alunos tiveram na aplicação das fases do *game*, da importância que o desafio propõe aos alunos para o aumento da pesquisa, o aprofundamento dos estudos (Gráfico 5 – questão 2), que se caso não sejam desafiados e instigados, acabam por sucumbir nos estudos. A aula de Robótica *Gamificada* aplicada aos conteúdos da Física, ampliou a pesquisa e o maior tempo para essas aulas, trouxeram melhores resultados nos trabalhos no laboratório de robótica (Gráfico 6 – questão 3).

Importante salientar que os alunos meses após as aulas de robótica *Gamificada* vieram e relataram situações diárias, correlacionando nossas aulas de laboratório com situações do cotidiano deles como à exemplo:

*“Professor você viu o viaduto em São Paulo que cedeu na Marginal Pinheiros? Será que o solo do local era instável? O excesso de carga nele pode ter sido a causa do afundamento? Tem como bater estacas na lateral do pilar para firmar?” (aluno P. Turma X)*

*“ A ponte que dá acesso a Genova na Itália, foi feita nos anos 60, será que fizeram o teste SPT? Na época era feito esse ensaio professor? Será que há empresas que inspecionam essas pontes, viadutos feitos à muitos anos?” (aluna C. Turma Y)*

*“Você viu professor o acidente em Prudentópolis no Paraná? O elevador de carga caiu com os funcionários em cima do silo! Estavam dando manutenção num silo na fazenda que eles estavam trabalhando! Será que era polia fixa ou móvel?” Será se os cabos foram dimensionados corretamente?” (Aluna L. Turma Y).*

*“Professor o Senhor viu o acidente em Brumadinho? Como é feito o cálculo de barragem para segurar rejeitos? É muita energia armazenada né? Conseguimos não construir barragens de rejeito? ” (Aluno I. Turma X).*

Esses questionamentos, curiosidades, são muito importantes, pois evidencia a internalização de conteúdos da Física, o conhecimento que extrapola o limite dos muros escolares e que os conteúdos foram relacionados a fatos do cotidiano dos alunos, de modo que aprendizagem torna-se aqui realmente significativa frente ao exposto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se neste trabalho de pesquisa a importância do desafio, do prêmio, dos pontos de trabalho nas aulas de Física, mas o que mais impactou ao final desta pesquisa foi a correlação que os alunos fizeram com o dia a dia, a relação de ensino e aprendizagem ancorados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Outro grande impacto foi o material *Lego Mindstorms* ser potencialmente significativo e desafiador e o quanto este encontra-se em consonância entre teoria e prática no ensino de Física, bastando para isso que o Professor busque ferramentas que permitam a junção entre os dois.

A Gamificação como ferramenta, foi extremamente oportuna, uma vez que despertou no aluno o interesse pelo desafio, no aprendizado por fases ancoradas por conceitos anteriores como alicerces do conhecimento posterior.

Todo o esforço e trabalho empenhados tornaram-se satisfatórios ao ver os alunos trazendo informações sobre construções próximas a suas casas, ao verem o uso de polias, a acidentes que ocasionalmente ocorrem em viadutos por falhas estruturais, o questionamento de como a Ponte Rio-Niterói foi construída. Enfim, ao perceber a relação que os alunos conseguiram elencar durante a aplicação de duas práticas Gamificadas.

Concluindo, todos os grupos conseguiram chegar à fase final de cada prática Gamificada, cada um a seu tempo, com sua particularidade e ajuda mútua entre as equipes e Turmas, não houve um campeão particular frente aos desafios, pois todos ganharam com essa proposta, principalmente o professor redator deste estudo.

Anseio que essa nova maneira de se propor a robótica, possa ser incorporada por toda rede de ensino no qual trabalho e, principalmente, em todas as atividades presentes nos livros dos alunos, formando alunos capazes de além das montagens, programações, sejam capazes de desenvolver grandes projetos de pesquisa que utilizem a robótica educacional *Gamificada* como elemento norteador de suas atividades e que os auxiliem nessa grande corrente chamada educação.

## REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. D. G. C. **Metodologia do Ensino Superior da prática docente a uma possível teoria pedagógica.**, Curitiba: IBPEX, 1998. p.193-201.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos** - NBR- 6484, 2001.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2000.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BALDOW, Rodrigo; DA SILVA JUNIOR, Luiz Alberto; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **Análise de Tendências sobre Robótica em congressos da área de Ensino de Ciências** – Florianópolis - SC – 3 a 6 de julho de 2017.
- BARBOSA, C. R. A. **A rede pública de Ensino Médio em Ilhéus:** análise de um trajeto histórico, décadas de 1940/1980., Ilhéus, 2001.
- BARROS, C. **Apostila de fundações.** Instituto Federal Sul Rio-Grandense - Campus Pelotas-RS, 2011.
- BOMFOCO, M. A.; AZEVEDO, V. D. A. Os jogos eletrônicos e suas contribuições para a aprendizagem na visão de J.P. Gee. **RENOTE** - Novas Tecnologias na Educação - UFRGS, Porto Alegre, v. 10, n. n°3, 2012.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. LDB - **Lei n° 9394/96**, 20 dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: [s.n.], 1996.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC/SEMT, 2000.
- CAPEK, K. R.U.R.: Comédia utópica em três actos e um prólogo. In: **Os melhores contos de FC: de Júlio Verne aos astronautas.** Trad. Lima de Freitas. Lisboa: Livros do Brasil, 1968, p. 125-226. (Coleção Argonautas).
- CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação:** Com que objetivos? - UFRGS. Porto Alegre. 2002.
- CORDEIRO, Luís Fernando. **É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do ensino médio?** Curitiba, 2003. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, UFPR.

UNICEF, Brasil. **Declaração Mundial sobre Educação para Todos Conferência de Jomtien. 1990.** Disponível em: [https://www.unicef.org/brazil/pt/resources\\_10230.htm](https://www.unicef.org/brazil/pt/resources_10230.htm), 2015. Acesso em: 10 mai. 2019.

DELORS, Jacques (Coord.). **Educação: um tesouro a descobrir.** Brasília: UNESCO/MEC, 1998.

DETERDING, S. *et al.* **Gamification: using game design elements in non-gaming contexts.** Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. ACM. IFR - International Federation of Robotics, 2011. Disponível em: <http://www.ifr.org/history/>. Acesso em: 10 maio 2018.

FEYNMAN, Richard P. Material Suplementar para “Feynman e suas conferências sobre o ensino de física no Brasil”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, p. 4, 2018.

IFR. **History of Industrial Robots.** IFR - International Federation of Robotics, 2016. Disponível em: <http://ifr.org/robot-history/>. Acesso em: 21 Dez 2017.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

LEAL, Rafael Della Giustina et al. **Impactos sociais e econômicos da robotização: Estudo de caso do projeto Roboturb.** 2005.

LEGO. **The Lego, mindstorms EV3.** Disponível em: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>. Acesso em: 05 mai. 2019.

LIMA, F. R. M.. **LEGO® ZOOM: ferramenta para obtenção de dados experimentais na Física para o Ensino fundamental.** 2017.

LIMA, J. R. T.; FERREIRA, H. S. **Uma Revisão das Produções Científicas Nacionais sobre o uso da Robótica no Ensino da Física.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia-SP, 2015, p. 1-8.

LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

Maia, L.D.O. et al., 2008, **A Robótica como Ambiente de Programação Utilizando o Kit Lego Mindstorms**, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Brasil.

MASSARO, L. **Cibernética: ciência e técnica.** Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000770484>> Acesso em: 26 nov. 2018.

MÁXIMO, A; ALVARENGA, B. **Física: Contexto & Aplicações.** 1. ed. São Paulo: Scipione, 2014.

MEDINA, B; *et al.*. **Gamification, Inc.:** Como reinventar empresas a partir de jogos. 1. ed. – Rio de Janeiro: MJV Press, 2013. Disponível em <<http://livrogamification.com.br/>>. Acesso em 25 abr. 2019.

MOREIRA, M. A. **A aprendizagem significativa:** A teoria de David Ausubel., São Paulo, 1982.

MORINI, L. B. M., **Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan:** ondas mecânicas no Ensino Médio. 2009 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

NASCIMENTO, Eulina Coutinho Silva; COSTA, Érika Bezerra da. **Robótica Pedagógica: uma experiência construtiva.** In: XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Curitiba, Paraná, 18 a 21 de julho de 2013. Anais, Curitiba-Pr, 2013.

NERI, M. C. (2009). **Motivos da evasão escolar.** Disponível em:<<http://www.fgv.br/cps/tpemotivos/>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

NOVA ESCOLA, Revista - **32 respostas sobre a Base Nacional Comum Curricular** - Por Camila Guimarães, Laís Semis. Disponível em <<https://novaescola.org.br/conteudo/4784/32-respostas-sobre-a-base-nacional-comum-curricular>>. Acesso em: 10 out. 2017.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Tradução Sandra Costa. Edição Revisada. Porto Alegre: 1994.

PAULUS, P. B.; DZINDOLET, M. T. **Social Influence Processes in Group Brainstorming.** Journal of Personality and Social Psychology, v. 64, n. 4, p. 575-586, 1993.

PROL, L. C. A. **Diferentes materiais para uso na robótica educacional:** A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades.1. ed. São Paulo: 2006.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000

PIRES, M. M.; DA SILVA, R. M.. Uso dos kits Lego Mindstorms e rede de Petri com o auxílio no Ensino de robótica pedagógica. In: XXXIX Congresso Brasileiro Educação em Engenharia. 2011, Blumenau. **Anais [...]:**Blumenau: ABENGE, 2011, 1-11 p. Tema: Formação Continuada e Internacionalização.

PIETROCOLA, M. *et al.* Programa **INVENTUS Educação Tecnológica:** aluno: Energia e potência. 1. ed. São Caetano do Sul: Agnus Educação e Tecnologia, 2016.

PINHEIRO, C. M. **O Fórum Nacional em Defesa da Escola Pública e o princípio de gestão democrática na Constituição Federal de 1988.** 2015. 234 f. Dissertação

(mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2015.

PILETTI, N. **História da Educação no Brasil**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1989.

REINERS, Torsten; WOOD, Lincoln C. Immersive virtual environments to facilitate authentic education in Logistics and supply chain management. In: **Learning management systems and instructional design: Best practices in online education**. IGI Global, 2013. p. 323-343.

RIVIN, E., **Mechanical Design of Robots**, 1 ed., McGraw-Hill Inc., New York, 1988.

SANTOS, Rulian Rocha dos. Breve histórico do ensino médio no Brasil. In UNESC em Seminário Cultura e Política na primeira república: Campanha civilista na Bahia. 2010.

SILVA, D. K. da. **A Física e os instrumentos musicais construindo significados em uma aula de acústica**. 2017.

SOUZA, J. A. M. F. d. **Robótica**: Curso de Especialização Tecnológica; Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2005.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design**. Sebastopol: O'Reilly, 2011.

WERBACH, K. e HUNTER, D. (2012), **For The Win**: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business, Wharton Digital Press.

WOOD, L. C., ;REINERS, T. (2012). **Gamification in logistics and supply chain education**: Extending active learning. In *IADIS 2012 International Conference on Internet Technologies and Society*. Perth, Australia: IADIS.

## APÊNDICES

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS RESPONSÁVEIS

O menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO NA FÍSICA DO BATE ESTACAS E ELEVADOR.”**.

*Os objetivos deste estudo consistem em averiguar a participação, o interesse e a relação que o aluno estabelece com a Robótica Educacional Lego como ferramenta complementar aos estudos da Física. A autorização do seu filho(a) fará com que ele participe de atividades teóricas e práticas de temas voltados à Física, nas dependências do laboratório de Robótica da Escola.*

*A participação dele(a) não é obrigatória e, a qualquer momento, poderá desistir da participação. A recusa não trará prejuízos na sua relação com o pesquisador ou com a instituição em que ele estuda.*

*O(A) senhor(a) e o menor de idade pelo qual é responsável não receberão remuneração pela participação. A participação dele(a) poderá contribuir para os benefícios da pesquisa e enriquecimento dos conhecimentos em Física. As respostas e imagens (fotos) do aluno não serão divulgadas de forma a possibilitar a identificação. Além disso, o(a) senhor(a) está recebendo uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas agora ou a qualquer momento.*

*O pesquisador informa que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que funciona na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), à rua Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 – Prédio O - Sala 315 - e-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br - Telefone: (035) 3701- 9260.*

*Professor Pesquisador: Marcos Fabrício Campos Tavares*

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_ (nome do responsável)  
declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do menor de idade pelo qual sou responsável, \_\_\_\_\_ (nome do aluno), sendo que:

(  ) aceito que ele(a) participe                      (  ) não aceito que ele(a) participe

Varginha, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017

\_\_\_\_\_  
Assinatura

## RELATÓRIO 1: Bate estacas – Energia e Potência

ESCOLA – VARGINHA – MG			
DISCIPLINA: FÍSICA	DATA: / /	HORÁRIO: : ÀS :	
PROFESSOR(A):			
NOME DA ATIVIDADE: INVESTIGAÇÃO DO SOLO			
<b>ALUNOS DA EQUIPE</b>		<b>FUNÇÕES:</b>	
1)		LÍDER	
2)		ORGANIZADOR	
3)		CONSTRUTOR	
4)		PROGRAMADOR	
<b>RELATÓRIO:</b>			
1) Quais são os tipos de pilares a que o texto se refere? Diferencie segundo a função que exerce.			
_____			
_____			
2) Calcule a capacidade de carga total da casa a ser construída. Não esqueçam de olharem a tabela de referência no livro do aluno e escolham o número de cômodos e os valores da carga de cada cômodo e ao final calcule a carga total.			
<b>NÚMERO DE CÔMODOS</b>		<b>CAPACIDADE DE CARGA (KN)</b>	
		<b>TOTAL:</b>	
3) Preencha a tabela abaixo ao iniciar os testes do bate-estacas.			
Nº de golpes (N)	Profundidade d (cm)	Consistência do solo	Força resultante - $F_r$ (N)
4) Quais tipos de energia mecânica estão sendo convertidos, da queda do peso à perfuração do solo pela estaca?			
_____			
_____			
5) Monte um gráfico da profundidade em função do número de golpes.			

## RELATÓRIO 2: Elevador – Máquinas e Equilíbrio

<b>ESCOLA – VARGINHA – MG</b>		
<b>DISCIPLINA:</b> FÍSICA	<b>DATA:</b> / /	<b>HORÁRIO:</b> : ÀS :
<b>PROFESSOR:</b> MARCOS FABRÍCIO CAMPOS TAVARES		
<b>NOME DA ATIVIDADE:</b> ELEVADORES		
<b>LIVRO:</b> MÁQUINAS E EQUILÍBRIO		<b>PÁGINA:</b> 5
<b>ALUNOS DA EQUIPE</b>		<b>FUNÇÕES:</b>
1)		LÍDER
2)		ORGANIZADOR
3)		CONSTRUTOR
4)		PROGRAMADOR
<b><u>RELATÓRIO:</u></b>		
<p>1) Se não é possível modificar a força do motor nem a carga do elevador, o que deverá ser alterado para que ele funcione do modo desejado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>2) Seu livro de Física mostra que usando máquinas simples, é possível realizar determinados trabalhos (<math>\omega</math>) aplicando forças (<math>F</math>) de menor intensidade. Como esta definição pode ajudar na solução do problema apresentado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>3) Que tipo de máquina simples pode ser usada para melhorar o funcionamento de um elevador? Que peças do <i>kit</i> EV3 permitem, por exemplo, construir um conjunto de roldanas ou, até mesmo, trabalhar com uma roldana fixa ou móvel?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>4) Como realizar o mesmo trabalho com menor força? Lembre-se de que <math>\omega = F \cdot d \cdot \cos \theta</math>.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p><b>DESAFIO 1: Coloque 350 gramas de bolinhas de gude dentro da cabine do elevador e descreva o que acontece quando:</b></p>		
<p>1) Após montagem, houve elevação da carga contida na cabine do elevador? Descreva e discuta o que foi observado por sua equipe.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>2) Adicione outra polia fixa à montagem e observe se haverá elevação da carga da cabine do elevador. Discuta o que foi observado.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		

3) **Substitua a segunda roldana fixa por uma roldana móvel.** Quais os efeitos observados quando temos um elevador com uma roldana fixa e outra móvel? Por quê?

---



---



---

**DESAFIO 2:** Lembre-se de que  $\omega = F \cdot d \cdot \cos \Theta$ , em que  $\omega$  é o trabalho em joules (J),  $F$  é a força em newton (N),  $d$  o deslocamento em metros (m), e  $\Theta$  o ângulo entre a força aplicada e o deslocamento em graus ( $^\circ$ ). Observe cuidadosamente o problema e os testes que você efetuou. Como é possível demonstrar, com o elevador LEGO®, que a fórmula do trabalho estabelece adequadamente as relações envolvidas e que o trabalho se conserva?

---



---



---

**OBSERVAÇÕES:**

- Efetue o teste deixando o elevador subir por 20 cm. Meça o deslocamento ( $d$ ). **Atenção!** O deslocamento corresponde à quantidade de fio que o motor enrolou. Pense em um modo de realizar essa medição.
- Acrescente uma segunda roldana móvel ao elevador e meça o novo deslocamento ( $d$ ).

O que aconteceu com o deslocamento? O que a roldana fez com a força necessária para subir a cabine? A força desapareceu ou foi distribuída devido à associação das polias?

---



---



---

NÚMERO DE POLIAS MÓVEIS	$d$ ( m )
1	
2	
3	
4	

 Projetar e construir um elevador que:

- Funcione com contrapeso;
- Suporte o dobro da carga máxima atual;
- Inclua um sistema de segurança que você considere importante.

**QUESTIONÁRIO AULAS TRADICIONAIS**

**QUESTÃO 1:** Você entende que a robótica educacional tradicional funciona como uma ferramenta auxiliar ao Ensino de Física?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica

**QUESTÃO 2:** A robótica educacional tradicional incentivou mais suas pesquisas sobre tópicos da Física para atingir resultados esperados?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica

**QUESTÃO 3:** Na sua opinião a robótica educacional tradicional como foi proposta em 2 aulas, é eficaz na absorção de conteúdos da Física?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica

**QUESTIONÁRIO AULA GAMIFICADA**

**QUESTÃO 1:** Você entende a Robótica Lego Gamificada funciona como uma ferramenta complementar ao Ensino de Física?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica

**QUESTÃO 2:** A Robótica Lego Gamificada incentivou mais suas pesquisas sobre tópicos da Física para atingir resultados esperados?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica

**QUESTÃO 3:** Na sua opinião a Robótica Lego Gamificada como foi proposta em 4 aulas, é eficaz na absorção de conteúdos da Física?

- (     ) Concordo plenamente
- (     ) Concordo
- (     ) Discordo
- (     ) Não se aplica