



Este produto educacional é o resultado da pesquisa apresentada na dissertação de mestrado “Atividades práticas para a física no ensino fundamental por meio de desafios: proposta de material de apoio ao professor” por Carlos Eduardo Guariglia (Guariglia, 2019), orientado pelas Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva e Profa. Dra. Adriana Oliveira Delgado Silva, no Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Sorocaba.

## *Caro Professor*

A atualização de sua prática, além da busca pela ruptura com as estruturas tradicionais do ensino, pode ter te trazido a este livro. Este manual visa orientar, principalmente, aos docentes de Ensino Fundamental (apesar de que essas práticas e atividades são perfeitamente adaptáveis a alunos do Ensino Médio) nas disciplinas de Ciências e Física, por meio de sugestões de como trabalhar com uma variedade de metodologias de ensino de ciência no desenvolvimento de uma atividade que chamamos de **“Desafios de Criatividade”**<sup>1</sup>. Este nome foi escolhido, pois além de ser motivador para os alunos, também representa um convite aos discentes para se envolverem em diversos momentos de criação, sendo protagonistas e autores do processo de ensino-aprendizagem.

---

<sup>1</sup> Porém, é importante deixar claro que apesar do nome, não pretendemos abordar uma discussão sobre o conceito de criatividade e suas diferentes definições.

Os “Desafios de Criatividade” são sequências de atividades elaboradas pelo professor, aplicadas em diferentes aulas, para o ensino de um determinado conteúdo da área de ciências. Tais sequências utilizam diversas metodologias, indo muito além das aulas apenas expositivas. Normalmente, são compostas por aulas de práticas de experimentação por investigação e verificação, aulas teóricas e também uma proposta de criação de um protótipo, que fará os alunos serem desafiados a criar algo que explore o conceito trabalhado, possibilitando também aos discentes personalizarem o processo de ensino-aprendizagem. Ao longo dessa sequência, os alunos são convidados a investigar, explorar e construir enquanto aprendem.

Além de explorar conteúdos teóricos da disciplina de ciências, os “Desafios de Criatividade” têm por objetivo promover o desenvolvimento de habilidades motoras e socioemocionais nos alunos. Por isso, apesar da diversidade de metodologias que podem ser usadas, a experimentação tem papel essencial nessa sequência de atividades, pois permite uma série de situações diferentes, como, por exemplo, possibilitar que o aluno atue em grupos, além de lidar com diferentes ferramentas e materiais. Essa atuação prática e social, em nossa perspectiva, proporciona oportunidades mais ricas que o ensino.

# Sumário

<u>Introdução</u>	6
<u>A busca pela ruptura com o ensino tradicional</u>	6
<u>Vygotsky e o ensino por experimentação</u>	8
<u>Os “Desafios de Criatividade”</u>	16
<u>Características dos Desafios de Criatividade</u>	17
<u>Etapas e Processos</u>	22
<u>O professor e o Desafio de Criatividade</u>	26
<u>I. Defina um objetivo</u>	26
<u>II. Tempo de aplicação</u>	28
<u>III. Divisão de Grupos: Tarefa do Professor</u>	29
<u>IV. Avaliações</u>	36
<u>V. Todo conteúdo x conteúdo bem explorado</u>	38
<u>VI. Buscando inspiração e referências</u>	39
<u>Exemplos de Desafios de Criatividade</u>	43
<u>Casa na caixa – Instalação elétrica</u>	44
<u>Carrinho movido a 3ª Lei de Newton.</u>	69
<u>Queda do Ovo</u>	84
<u>Referências Bibliográficas</u>	96

# *Introdução*

---

## *A busca pela ruptura com o ensino tradicional*

---

Vivemos um momento histórico em que a escola parece estar em crise, pois se antes não havia concorrência à altura como fonte informativa e detentora de conhecimento, hoje ela vem brigando por esse espaço cada vez mais com as demais mídias, principalmente para a *internet*. Lutar pela manutenção do modelo tradicional, que busca meramente a transmissão de informações, é negar todas as potencialidades que a escola poderia trazer em favor de algo que a sociedade já tem acesso. Ou seja, insistir nesse modelo é tentar encaixar uma escola obsoleta para essa sociedade absolutamente modificada. Isso seria colocar a escola na contramão do progresso cultural humano, o que poderia fortalecer a crise de valor e identidade da escola.

Por outro lado, o acesso às informações através das mídias, sem uma orientação, não garantem, por si, a construção do conhecimento; o excesso de informações sem confiabilidade também podem trazer certos prejuízos ao aprendizado sobre determinado assunto. Nesse aspecto, a escola pode continuar sendo responsável pelo desenvolvimento intelectual, social e cultural do indivíduo, porém ressaltando o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e de outras habilidades que possam garantir maior liberdade individual de ação e escolhas, dentre as múltiplas interpretações possíveis da realidade.

Com isso, a educação, ao ter como objetivo a valorização e desenvolvimento de habilidades que possibilitam ao aluno interpretar, analisar e encontrar diferentes caminhos para a solução de um problema, passa a ter papel libertador para o sujeito. É preciso buscar uma ruptura com os tradicionais modelos de ensino e aprendizagem adotados nas escolas que se utilizam de práticas repetitivas e reprodutoras de informações e modelos.

A pesquisa em ensino de ciências está repleta de exemplos que possibilitam esse novo modelo de escola, ao se desviarem da relação professor-aluno descrita como “educação bancária” (FREIRE, 1987), na qual o professor é detentor do conhecimento e deposita-o no aluno. Nesse caso, o objetivo principal é tornar os

alunos protagonistas nos processos da sala de aula, contribuindo, assim, na formação de cidadãos mais independentes.

---

*Vygotsky e o ensino por experimentação*

---

Apesar da riqueza metodológica, observa-se que quando se fala da pesquisa utilizando experimentação no ensino de ciências, muito se evidencia os conteúdos e pouco as habilidades que a mesma pode oferecer. A experimentação pode garantir uma série de habilidades motoras, intelectuais, atitudinais e emocionais que podem contribuir para o desenvolvimento de um indivíduo autônomo e protagonista. Dentre estas habilidades, citamos: o trabalho em grupo, a solução de um problema por mais de um caminho, além de fazer todo o processo de desenvolvimento do experimento como oportunidade de aprender diferentes conteúdos e habilidades, não sendo determinando somente o final do processo.

O ensino de ciências com a experimentação é uma das metodologias que pode complementar as habilidades

desenvolvidas no ensino por investigação, tendo um papel de grande importância. São diversas as maneiras que o ensino investigativo pode concretizar o processo de ensino-aprendizagem (MUNFORD, 2007), partindo da ideia de que os estudantes podem, a partir de uma mediação, se envolver em atividades análogas àquelas de cariz científico, sendo levados a formularem e testarem hipóteses, analisarem os resultados e voltarem ao problema inicial ou à modificação deste, assim como ocorre na ciência. Desta forma, é possível ao mesmo tempo abordar a natureza da ciência e desenvolver o conteúdo.

Valorizar o espírito investigativo dos alunos é valorizar a curiosidade, capacidade inerente ao ser humano. Acreditamos que muitas das atividades humanas deveriam ser guiadas pela curiosidade e pela investigação.

Para Driver et al. (1999) aprender ciências é desenvolver uma nova forma de pensar e explicar o mundo natural. Nesse sentido, os autores defendem que há mais importância em desenvolver no aluno a forma de pensar de um cientista na solução de um problema, que acumular conceitos científicos já bem definidos. Podemos entender que a atividade científica é uma atividade de criação, dada a capacidade do cientista de analisar padrões e, então, criar modelos para interpretá-los. Porém,

comumente, não é dada a mesma importância para a compreensão da ação criativa da ciência no ensino da mesma área nas escolas. Temos expressões como “descobertas científicas” que retiram o caráter criador do cientista e da ciência.

Com relação à criatividade na sala de aula, ela parece interpretada erroneamente por educadores, pois, em geral, é vista como um dom, acontecendo por meio de *insights*, aparentemente, portanto, incontrolável. Essa visão torna muito difícil o trabalho para o desenvolvimento da criatividade em uma sala de aula. Pesquisas em neurociência apontam que existem diferentes tipos de criatividade, algumas espontâneas e outras deliberadas (DIETRICH, 2004), levando-nos a crer que é possível buscar maneiras de potencializar essa habilidade.

Encontramos em Vygotsky uma teoria de aprendizagem que contempla diversos aspectos que estão vinculados com o que estamos buscando analisar. Dentre eles, o desenvolvimento de um indivíduo com as dimensões divididas em seus quatro planos genéticos de desenvolvimento, levando em conta aspectos da espécie, aspectos individuais, culturais e sociais. Além disso, sua teoria também oferece suporte para a análise do desenvolvimento das funções psicológicas superiores, importantes para analisarmos

o aprendizado de conceitos científicos, bem como analisarmos os aspectos emocionais mais subjetivos.

Outro ponto de destaque na teoria vygotskyana, que nos auxiliou na análise, é a importância atribuída à interação social durante o processo de ensino-aprendizagem. Tal destaque permitiu melhor compreensão das relações aluno-professor e aluno-aluno, uma vez que as atividades descritas em nossa dissertação, em geral, são desenvolvidas em grupos.

Essa perspectiva valoriza a construção do conhecimento do aluno com o professor mediador, vindo ao encontro da teoria de ensino-aprendizagem de Vygotsky. É uma linha de pesquisa e trabalho que incentiva o processo de ensino-aprendizagem por meio de uma prática baseada, inicialmente, em situações e problemas abertos. Assim, o aluno é colocado, constantemente, na posição de elaborar e testar suas hipóteses sobre o processo estudado. Nesse caso, os conceitos científicos passam a ser ferramenta de criação ou atuação sobre uma situação problema. Entendemos isso como uma vantagem em relação ao ensino tradicional, no qual a compreensão do conteúdo é o objetivo final. Entretanto, nesse caso, a compreensão de um conteúdo deslocado de uma aplicação pode não fazer sentido para o aluno.

Vygotsky, segundo Barroco (2007), trata o cérebro como um órgão responsável não apenas por registrar e reproduzir, mas também responsável pelas práticas criativas. Essas práticas são dadas pela capacidade plástica do cérebro de combinar e reelaborar elementos antigos, o que leva a uma capacidade, inclusive, de criar novos elementos. O autor ainda explica que a imaginação, para Vygotsky, também chamada de fantasia – ambos termos nomeados assim pelo próprio autor – é base para toda atividade criadora, apresentada nas áreas técnica, artística e científica.

Entendendo, a partir da teoria vygotskyana, que a plasticidade do cérebro humano, ao garantir a atividade criadora, é uma característica presente na dimensão da nossa filogênese, KOHL (2006) ressalta que essa plasticidade do cérebro humano faz com que sejamos uma espécie menos pronta ao nascer. Contudo, as interações sociais e o ambiente vão nos modificando, nos projetando sempre para o futuro, permitindo aos humanos alcançarem grandes capacidades.

Gaspar (2005) analisa os potenciais de se vincular as demonstrações experimentais com a teoria de Vygotsky, à pesquisa em ensino de ciências, em sala de aula e espaços não formais de ensino. Para isso, aponta aspectos relevantes da teoria

do pesquisador russo, como os conceitos espontâneos, a colaboração e a interação social.

A colaboração é destacada pelo autor como uma potencializadora de habilidades e capacidades. Vygotsky afirma que com a colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha; ela se revela mais forte e mais inteligente. Entretanto, existe uma distância entre a capacidade no trabalho que ela realiza sozinha e a capacidade de trabalho em colaboração (GASPAR, 2005).

Vygotsky não restringe a relação professor-aluno como a única potencializadora, pois em atividades em grupo, os alunos, trabalhando em parceria, podem complementar habilidades e conhecimentos, ajudando uns aos outros, reciprocamente, a atingir um nível maior de entendimento através de diálogos e reflexões. Além disso, numa mesma sala com a heterogeneidade de características, os alunos apresentam níveis de desenvolvimento diferentes, tendo alguns dos estudantes algumas habilidades melhor estabelecidas que outros. Dessa maneira, o aluno menos desenvolvido nesse aspecto encontra um semelhante muito próximo a quem imitar. Isso explica muitas vezes por que

um aluno tem mais facilidade em compreender a linguagem de um colega, durante a explicação, do que a do próprio professor.

Logo, o trabalho em grupo apresenta grande valor na teoria vygotskyana, sendo as atividades experimentais um momento rico de aprendizado. Tais trabalhos, em geral, são organizados com uma intensa interação entre aluno e professor, aluno e colegas, tendo ampla possibilidade de desenvolvimento progressivo do aluno.

Gaspar (2005) destaca que é importante o processo de imitação de um “parceiro mais capaz”, alguém que saiba realizar a tarefa solicitada.

“Em outras palavras, a interação social só pode existir efetivamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, se houver, entre os parceiros que a realizam, alguém que saiba fazê-la.” (GASPAR, 2005, p. 233).

Nessa perspectiva, Vygotsky afirma que a criança precisa da ajuda e orientação do professor, uma vez que não aprende o que sabe fazer sozinha; e o professor lhe dá esse acesso. Cabe ao professor, nesse processo, “fazer, demonstrar, destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar, ou seja, deve apresentar aos alunos o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado, estabelecido cultural e cientificamente” (GASPAR,

2005, p. 234). Sendo assim, o professor é um agente de interação social que apresenta ao aluno atalhos para a compreensão tanto de uma determinada cultura, como também de conhecimentos científicos e outros conceitos.

A colaboração de um parceiro mais capaz é um passo que possibilitará ao aluno, futuramente, fazer sozinho o que hoje é capaz de fazer somente acompanhado (Vygotsky, 2001). Essa distância entre as duas dimensões do desenvolvimento da criança é definida por Vygotsky como Zona de Desenvolvimento proximal (KOHL, 2006).

Esses são alguns dos aspectos que a teoria de Vygotsky proporciona na produção do material apresentado nesta dissertação. Ressaltamos que na dissertação relacionaremos a teoria com a análise de uma aplicação.

## *Desafios de Criatividade*

Os “Desafios de Criatividade” são uma sequência de atividades que pode complementar a metodologia de trabalho docente. Buscam, até certo ponto, uma ruptura com a forma de ensino de ciências tradicional, na qual os conceitos são trabalhados, majoritariamente, por aulas expositivas. A proposta com essa sequência de atividades é abordar os conteúdos curriculares de forma diversificada – por meio de aulas teóricas, experimentais, investigativas e práticas de criação. Desta forma, o conteúdo a ser trabalhado recebe uma importância similar às habilidades de investigação, de socialização, criação e autoria do aluno.

A reflexão gerada pela experiência da aplicação desse tipo de atividade permitiu elencar algumas das principais características que estão sempre presentes nas atividades dos “Desafios de Criatividade”.

# *Características dos Desafios de Criatividade*

## ***1. Explorar, pelo menos, um conteúdo curricular durante a sequência de atividades***

O trabalho deve estar apoiado em pelo menos um conteúdo de física ou ciências, uma vez que essa ferramenta busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, apesar de outras habilidades serem trabalhadas, é importante, ao final do processo, que o aluno tenha aprendido algo novo da área, pois, caso contrário, não haverá sentido que esse trabalho esteja sendo desenvolvido durante as aulas dessa disciplina. Então, embora busquemos uma metodologia de atividades que vá além da simples abordagem conteudista, existe um comprometimento com o ensino de conteúdos da área.

O ensino tradicional enfatiza apenas o ensino dos conteúdos, deixando de lado as outras habilidades e potencialidades que a escola pode oferecer. Porém, o rompimento com o ensino tradicional não significa a ruptura completa com a utilização dos conteúdos para atingir os objetivos escolares. Dessa maneira, as abordagens alternativas à tradicional podem ressignificar o papel do conteúdo. Isto é, elas podem ser um meio de se atingir outras habilidades ou até mesmo permitir que a escola passe a ensinar maneiras mais autônomas de os alunos buscarem tais conhecimentos, uma vez que com a disposição de conteúdos e informações em diferentes mídias, ensinar o aluno a aprender se torna mais útil que tentar ensinar os conteúdos que o professor ou a escola julgam importantes para um conjunto muito heterogêneo de crianças e jovens.

A amplitude do conteúdo a ser abordado define muitas coisas a respeito do trabalho em sala de aula, como os tipos de atividades que serão utilizadas e também o tempo de duração das tarefas. Em relação às habilidades a serem desenvolvidas, existem dois caminhos: ou as habilidades podem ser “enquadradas” em determinado conteúdo ou o conteúdo pode determinar quais habilidades serão estimuladas.

A alfabetização científica se torna cada vez mais necessária num mundo cada vez mais permeado por ciência e a tecnologia. Compreender conteúdos científicos é estar letrado na linguagem de nossa nova sociedade. Saber ciência é essencial para saber opinar, se posicionar, ser autônomo, crítico e autor em diferentes áreas do conhecimento. Portanto, o conhecimento de conteúdos científicos deixa de ser propedêutico, apenas preparando alunos para exames de vestibular ou para carreiras técnico-científicas. Ele é essencial no cotidiano de qualquer cidadão do século XXI.

***2. Propor, pelo menos, uma investigação ao aluno ao longo do processo***

Cotidianamente somos submetidos a situações nas quais não temos uma resposta óbvia ou pronta, por isso, a aplicação do método científico numa investigação pode ser uma ferramenta que qualquer pessoa pode utilizar no seu cotidiano para a solução desses problemas. Para isso é preciso aprender a enxergar uma

situação problema, levantar hipóteses, separar variáveis e realizar os testes necessários.

O trabalho deve proporcionar ferramentas e habilidades que poderão ser exploradas tanto na vida pessoal e profissional da maioria dos alunos, mesmo daqueles que não seguirão carreiras técnicas ou científicas. A investigação pode extrapolar as fronteiras das mais diversas áreas do conhecimento, possibilitar o trabalho multidisciplinar e contextualizado, pois não isola o conteúdo, apresentando-o da maneira como aparece no mundo real, sem idealizações.

Crianças pequenas são investigadoras, propõem uma série de perguntas e hipóteses para explicar suas dúvidas. Conforme envelhecem, as respostas obtidas deixam, na maior parte dos casos, esse espírito científico adormecer. Pode ser papel da escola despertar esse espírito curioso e investigativo novamente no aluno, e amadurecer esse processo, tornando-o mais profundo, ao desenvolver habilidades de análise e fortalecer a consciência e ação crítica nos alunos.

***3. Propor aos alunos uma atividade de concretização de um produto, maquete ou protótipo que solucione a situação problema ou questão proposta inicialmente.***

A concretização do conhecimento teórico no formato de um protótipo, produto ou maquete permite, inicialmente, a elaboração de um planejamento das ações, como uma planta, um esboço ou um esquema do que será feito. Isso possibilita aos alunos que organizem quais conteúdos, materiais e ferramentas são importantes para tal construção. Assim, os discentes voltam a pensar no conteúdo abordado, para enfrentar o problema, de maneira sistemática e planejada.

Durante a construção do protótipo, o trabalho em grupo gera uma série de oportunidades de aprendizado que se dão, principalmente, nos aspectos socioemocionais, uma vez que os estudantes precisam planejar, dividir tarefas, encontrar soluções para problemas previstos e não previstos, persistir quando algo não sai conforme o previsto e planejado, buscar aprender com todos os tipos de situações, e aprender a lidar e solucionar conflitos. Tudo isso, obviamente, com o auxílio do professor. O professor deve entender que conflitos e falhas deixam de ser

situações indesejadas, pois elas oferecem oportunidades de desenvolvimento dessas habilidades.

Por fim, essa concretização traz uma visualização de fenômenos físicos na prática. Este fato, além de ser motivador, pois tira do mundo abstrato o conteúdo abordado, também possibilita ao professor trabalhar uma série de reflexões referentes às relações entre a teoria e a prática, como, por exemplo, as limitações que uma teoria apresenta na prática.

## Etapas e Processos

Estabelecidos esses três requisitos necessários para o desenvolvimento de um “Desafio de Criatividade”, listamos os principais procedimentos de aula adotados, quais sejam:

- 1. Levantamento de ideias prévias;*
- 2. Aula(s) teórica(s) sobre o tema;*
- 3. Realização da atividade(s) Investigativa(s);*
- 4. Construção do produto ou protótipo;*
- 5. Apresentação e discussão;*
- 6. Avaliação.*

O levantamento de ideias prévias tem por objetivo situar o professor em relação ao que os estudantes conhecem e não conhecem sobre determinado assunto, conteúdo ou habilidade. A importância dessa verificação encontra-se, principalmente, no propósito de saber se o aluno possui os pré-requisitos mínimos para o tipo ou nível de abordagem que o professor gostaria de exigir, de tal maneira que possa adequar o cronograma de ações alinhado às necessidades desse grupo de alunos.

Como dissemos anteriormente, o propósito da atividade é ensinar física e, portanto, são necessárias aulas teóricas. É importante que não se confunda aula teórica com aulas tradicionais, meramente expositivas. Ao citarmos tais aulas teóricas, estamos nos referindo a aulas que têm por finalidade

abordar o conteúdo de física relacionado a um problema prático. Entretanto, a maneira como o problema pode ser trabalhado é bastante diversificada, a partir de processos mais dialógicos.

O levantamento de ideias prévias deve, necessariamente, vir antes das demais atividades, uma vez que ele vai embasar as demais ações do professor. Os próximos tópicos, porém, não apresentam uma ordem específica. Por exemplo, a concretização do produto pode ser a etapa motivadora inicial para toda a sequência do trabalho, que dará origem a uma investigação e ao trabalho do conteúdo de física. Outra possível ordem é a que está demonstrada na lista: inicia-se com a aula teórica, sucedida pela investigação e finalização com o protótipo.

A avaliação para esse processo não deve ser simplificada e concentrada em uma única prova final, focando apenas nos conteúdos de física trabalhados, seja por memorização ou mesmo por resolução de problemas mais abertos. Isto porque, dessa maneira, corre-se o risco de não avaliar a diversidade de habilidades, competências e até conteúdos paralelos que fazem parte de todo o processo de ensino-aprendizagem envolvido nos “Desafios de Criatividade”. Ainda mais, comprometeria todo o processo, uma vez que, ao desenvolvermos uma série de situações e avaliarmos apenas algumas delas, transmitiríamos aos alunos

que as demais situações não seriam importantes, o que prejudicaria todo o desenvolvimento das habilidades a serem desenvolvidas. Assim, acreditamos que a avaliação deva ser processual; vai mais além da atribuição de nota e da verificação da aprendizagem. Isto é, por meio dela os alunos também podem rever seus caminhos.

# *O professor e os Desafios de Criatividade*

O sucesso das atividades do “Desafios de Criatividade” depende da postura do professor, desde aspectos motivacionais, até alguns cuidados que a prática e a experiência em desenvolver tais atividades podem revelar. Destacamos uma série de alertas e reflexões, do que fazer e do que não fazer, a partir da experiência que tivemos ao longo de anos aplicando os desafios, e que merecem ser consideradas durante o desenvolvimento das atividades para a obtenção de um melhor resultado.

## *I. Defina um objetivo*

Os “Desafios de Criatividade” são ferramentas, podem ser usadas como motivação para iniciar um assunto, como trabalho

final, ou como processo de desenvolvimento de um conteúdo. Portanto, o sucesso do envolvimento dos alunos na atividade inicia-se, nitidamente, pelo professor, que deverá esclarecer qual o objetivo que se pretende alcançar com sua aplicação.

O Objetivo vai definir o tempo que deve ser dedicado ao “Desafio de Criatividade” dentro do programa de aulas, as atividades que serão desenvolvidas, além da sequência em que serão aplicadas.

O objetivo é um norteador de quais atividades são essenciais e quais podem ser dispensadas, pois, muitas vezes, os professores, por força do hábito ou por se afinarem mais com umas do que com outras atividades, acabam escolhendo algumas atividades que repetem a função para alcançar o objetivo, ou que não levam a ele.

Em geral, os objetivos podem compreender um determinado conteúdo, desenvolver determinada habilidade ou responder a uma pergunta de pesquisa ou ao desenvolvimento de um projeto. Alguns exemplos dos tipos de objetivos citados acima:

I – Compreender a 1ª lei de Ohm;

II – que os alunos sejam capazes de, no final do processo, montar circuitos em série ou em paralelo com *led's*;

III – que sejam capazes de responder qual tipo de lâmpada é mais adequada para um ambiente específico, como, por exemplo, em uma horta iluminada artificialmente.

## II. *Tempo de aplicação*

Existe uma grande importância em saber quais são os objetivos para, então, definir o tempo necessário. Existem atividades mais longas ou mais curtas e, em geral, há uma correlação direta com a natureza e a quantidade de objetivos traçados. No caso da compreensão de um conceito individual, o tempo pode ser mais curto, porém, para a compreensão de uma área mais extensa, ou a elaboração de um projeto, e ainda de uma pesquisa, ele poderá ser mais extenso.

É importante que todas as atividades estejam planejadas para que tudo não seja realizado com muita pressa, ou caso haja

algum atraso em alguma das atividades, isso não venha a prejudicar o professor em seu cronograma. Vale ressaltar que uma atividade mal realizada, por conta da pressa, pode comprometer todo o processo.

Em geral, no mínimo, os “Desafios de Criatividade” tem duração de 6 aulas. Entretanto, para alcançar objetivos mais complexos, a partir dos quais não serão trabalhados apenas a compreensão de um único conteúdo, a duração poderá se estender de um mês até um bimestre.

### *III. Divisão de Grupos: Tarefa do Professor*

Os desafios de criatividade são feitos em grupos, o que pode ser uma boa oportunidade para ensinar não só os conteúdos de ciências abordados, como outras habilidades socioemocionais, até mesmo aquelas que contemplam a gestão e o comportamento em grupo.

A colaboração de um parceiro mais capaz é um passo que possibilitará ao aluno, futuramente, fazer sozinho o que hoje é

capaz de fazer somente acompanhado (Vygotsky, 2001). A colaboração é uma potencializadora de habilidades e capacidades. Vygotsky afirma que com a colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha; ela se revela mais forte e mais inteligente (GASPAR, 2005).

Geralmente, ao trabalhar em grupo, os alunos vão preferir ficar com o grupo de amigos, seja pelo prazer da companhia ou pela facilidade de relacionamento, além de haver alguns grupos formados por interesses de alguns alunos em obter uma maior nota. Esse, porém, nem sempre é o arranjo mais positivo para esse grupo ou para o conjunto de alunos, segundo o objetivo da atividade. Uma vez que os grupos de amizade já estejam estabelecidos, as oportunidades de lidar com situações diferentes diminuem e os papéis desempenhados por cada membro tendem a ser os mesmos.

A definição dos grupos é papel do professor e deve ser uma ação consciente para atingir o objetivo da atividade e do processo educativo.

### Quantidade de alunos

A quantidade de alunos nos grupos deve ser o suficiente para que os discentes consigam distribuir tarefas. Ou ainda para que possam se auxiliar nas tarefas mais complexas, afinal, ninguém deve ficar sem fazer nada por muito tempo.

Essa quantidade é uma das últimas coisas a ser definida pelo professor, uma vez que é necessário conhecer toda a demanda de trabalho e as características dos alunos antes de tomar essa decisão.

O excesso de alunos poderá deixar alguns deles sem fazer nada, atrapalhando, assim, o processo de ensino-aprendizagem, ou gerando ainda desconforto no grupo. Lembramos que parte da avaliação será coletiva e o membro que não fez nada terá o mesmo desempenho que os demais membros do grupo, o que poderá se tornar um fator desestimulante para projetos futuros.

## Características dos alunos

Na formação dos grupos, busque combinar algumas características dos alunos que irão auxiliar no desenvolvimento do projeto, além de evitar deixar um grupo muito homogêneo em certos aspectos. Abaixo, listamos algumas características importantes de serem observadas na formação dos grupos. Ressaltamos que, ao se atentar para algumas dessas características, é possível fazer grupos mais equilibrados e deixar os alunos trabalharem com autonomia. Além disso, algumas delas podem ser observadas no mesmo estudante.

### *Liderança*

É muito recomendável que em cada grupo tenha um aluno com características de liderança, isto é, aquele aluno que seja capaz de organizar os demais para a realização do trabalho. Essa função de líder do grupo pode ser formalizada perante a sala para que fique claro seu papel de dividir as tarefas dos integrantes do grupo em cada momento da atividade, e cobrá-los de fazerem-nas no momento adequado.

É importante deixar claro ao aluno que a liderança não lhe confere o poder de tomar as decisões individualmente; todas as decisões devem ser tomadas coletivamente. Por outro lado, é importante que fique claro para o grupo que a responsabilidade do trabalho é de todos, não apenas do líder.

Nem sempre o líder é o que possui maior facilidade com a disciplina, pois, muitas vezes, tais alunos podem ser mais tímidos, ou reservados. O líder é o aluno com melhor relacionamento com os integrantes, além de ter mais resiliência, maior dedicação e autoconfiança.

#### *Facilidade com o tema*

É recomendável que cada grupo tenha pelo menos um aluno com maior facilidade de compreender os conceitos envolvidos, de tal maneira que haja alguém dentro do próprio grupo que possa orientar, ao longo do processo, o desenvolvimento do tema, a fim de que não precise fazer grandes modificações próximo ao final do processo.

Isso garantirá maior autonomia para o grupo, bem como aumento da confiança durante o desenvolvimento do projeto,

visto que não se dependerá tanto do professor em todos os pequenos detalhes. Esse aluno servirá de referência aos demais do grupo; será muitas vezes o parceiro mais capaz no desenvolvimento do conteúdo.

### *Timidez e reservados*

Apesar da importância de conhecer outras pessoas e das novas experiências, é preciso ficar atento aos alunos excessivamente tímidos ou reservados, pois eles podem assumir uma postura inativa e pouco produtiva, caso estejam em um grupo no qual se sintam deslocados. Portanto, nesse caso, é recomendado que coloque junto a ele uma figura de referência dentro do grupo, alguém cujo relacionamento seja mais próximo, mas sem as mesmas características dele.

O professor deve estar próximo desses alunos, verificando se estão sendo ouvidos dentro do grupo, se estão participando. É importante também que o professor motive constantemente esses discentes a desenvolverem atividades, pois a posição de conforto será a inatividade.

## *Heterogeneidade*

Consideramos relevante fazer uma boa distribuição nos grupos, mesclando alunos mais participativos, autônomos e proativos com os mais tímidos, menos participativos e mais heterônomos. Num grupo em que todos têm as mesmas características de inatividade, o trabalho pode não ser realizado. Por outro lado, os grupos nos quais os participantes são todos muito ativos, poderá também surgir outro tipo de conflitos na realização da tarefa, uma vez que cada um preferirá dar a “sua cara” ao projeto. É importante atribuir aos proativos a função de responsáveis pelas orientações de ações.

Além disso, as diferentes habilidades e vivências individuais, ao serem somadas, tornam o processo muito mais rico a todos. Quanto mais diferentes forem essas vivências, cada um terá a aprender mais com o outro. O que inicialmente pode parecer um ambiente propício para muitos conflitos também pode se tornar um dos melhores ambientes de aprendizado, se bem orientado pelo professor, que deve evidenciar as habilidades individuais dos alunos e indicar os potenciais de cada um.

## *IV. Avaliações*

As avaliações são importantes, não só porque as atividades podem ser consideradas como notas para os alunos, mas também para identificar quais objetivos foram alcançados ou não. Para isso, é importante que se estabeleça desde o princípio, junto aos alunos, os critérios de avaliação de cada etapa. Ressaltamos ser necessário deixar claro o que se espera dos alunos em cada momento, para que, assim, a avaliação não seja subjetiva. Esse aspecto também deve orientar o trabalho dos alunos, uma vez que compreenderão de maneira mais clara os objetivos de cada etapa.

Mesmo que todo o processo possa (e deva) ser avaliado, por se tratar de um trabalho em grupo, também é importante criar momentos de avaliação individual, para que se obter uma informação mais precisa de como cada participante está se comportando dentro do grupo. Além disso, é uma maneira de mostrar aos alunos que não devem ficar sem realizar nenhuma tarefa, em nenhuma etapa do processo, pois será exigido deles tais conteúdos.

Uma importante ferramenta no processo de avaliação do trabalho em grupo, para o levantamento dos pontos fortes e fracos, são as autoavaliações e as avaliações do grupo. É relevante inserir perguntas para identificar quais foram os participantes que mais contribuíram, e se alguém não contribuiu. Porém, nessa situação, é preciso deixar claro que era função do grupo ter avisado ao professor caso isso acontecesse ao longo do processo. Dessa forma, o grupo deverá indicar aqueles que não estão dando ao professor a possibilidade de reverter esse quadro.

As avaliações permitirão medir quais conceitos foram aprendidos e quais não foram. Isso auxiliará na próxima aplicação da mesma atividade, na elaboração de outras e também no conhecimento do que é necessário reforçar com essa turma, dependendo dos objetivos do professor.

## *V. Todo conteúdo x conteúdo bem explorado*

A maior crítica que se costuma receber ao trabalhar os “Desafios de Criatividade” é o tempo demandado por determinadas atividades. Apesar de não abdicar de todos os conteúdos nessa abordagem, parte deles são desconsiderados, de tal maneira que não é possível condensar toda a matéria de um livro ou de uma apostila.

Nesse sentido, voltamos ao ponto que, apesar de romper com a estrutura tradicional, não estamos desconsiderando os conteúdos, mesmo que a amplitude deles passe a ser reduzida. Lembramos, porém, que o foco maior está sendo dado em como aprender, além de enriquecer os conteúdos com outras habilidades.

Logo, aqueles que alegam estar preparando os alunos para o vestibular afirmam não haver tempo a perder com esse tipo de atividade. Entretanto, quando ensinamos o aluno a aprender, ele

será capaz de compreender tais conteúdos. Levando em conta o dinamismo do desenvolvimento científico e tecnológico da nossa sociedade, atualmente, saber aprender se torna mais importante do que saber conteúdos específicos, uma vez que a constante atualização pode deixar qualquer conjunto de conhecimentos escolares obsoletos após alguns anos.

## *VI. Buscando inspiração e referências*

Apesar da criatividade do professor ser sempre muito bem-vinda para a elaboração dos desafios e das atividades, existe muito material e ideias disponíveis que podem ser usados como fonte de inspiração.

Algumas revistas de ensino de ciências possuem várias publicações com atividades experimentais, construções, atividades de investigação, atividades vinculadas a feiras de ciências que podem ser usadas como fonte rica de pesquisa. Alguns exemplos dessas revistas que estão disponíveis *online*:

Revista Brasileira de Ensino de Física

Revista Investigações em Ensino de Ciências

Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Muitos trabalhos aplicados e analisados também podem ser localizados nos Anais de Encontros e Seminários de Ensino de Ciências. Tais documentos também se constituem como uma boa fonte de pesquisa. Alguns desses principais encontros:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)

Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)

Outra recomendação é pesquisar na internet atividades com os descritores “desafios de ciência”, “competições” e “olimpíadas”, pois alguns deles oferecem desafios para serem construídos. Nos Estados Unidos e na Europa esses desafios são muito comuns. Assim, pode ser uma boa ideia procurar em outros idiomas, principalmente em inglês, tais atividades.

Um exemplo de olimpíada com esse caráter de desafio prático de construção é a “*International Young Physicists Tournament Brasil*”<sup>2</sup> (IYPT Brasil), na qual os alunos são desafiados a resolverem 17 problemas na forma de produção de protótipos e experimentos. Outro exemplo é a “Mostra Brasileira de Foguetes”<sup>3</sup> (Mobfog), em que os alunos são desafiados a construir foguetes de garrafa PET e a fazerem um lançamento oblíquo, com o objetivo de obter a maior distância horizontal. Outro desafio existente em uma olimpíada nacional e em outra internacional é o “*Aqua Challenge*”, presente na “Olimpíada Brasileira do Saber”<sup>4</sup> (OBS) e no “*Quanta*”<sup>5</sup>. Nesse desafio, os alunos precisam construir um barco, movido a motor elétrico, sem nenhum controle remoto ou microcontroladores.

Por fim, os museus de ciência e outros espaços não formais de ensino também são ricos em ideias que podem inspirar algumas atividades e desafios. Vale a pena visitá-los em busca de algumas inspirações. Lembramos também a busca em de sites de

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.iypt.com.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://obssaberes.org/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.cmseducation.org/quanta/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

feiras e competições de ciências. Muitas vezes, esses museus são responsáveis por organizar tais competições.

## *Exemplos de Desafios de Criatividade*

Apresentaremos na sequência três exemplos de “Desafios de Criatividade”. Os três exemplos já foram testados. Tais desafios foram os escolhidos, pois possuem diferentes objetivos, durações e conteúdos. Acreditamos que, assim, será possível oferecer uma ampla noção ao leitor das potencialidades desse tipo de atividade.

É importante destacar que muitas das atividades não são de autoria própria, porém, a maneira como a atividade está estruturada segue uma sequência intencional para atingir um objetivo. A palavra criatividade no título do trabalho remete ao papel criador e criativo que o aluno vai assumir ao longo do processo. Isto é, não é exigido do professor que tais atividades sejam inéditas ou de sua própria autoria.

Todas as três atividades exemplificadas foram aplicadas com o 9º ano do ensino fundamental, mas também são perfeitamente adaptáveis para outras séries.

# *Casa na caixa – Instalação elétrica*

## ***Resumo:***

Este desafio visa trabalhar com os conceitos iniciais da área de eletricidade, sugeridos para o 9º ano do ensino Fundamental. É um trabalho de longa duração, levando aproximadamente um bimestre. Utilizamos aulas teóricas, experimentais e a construção de um protótipo, que será uma casa de caixa de sapatos, na qual deverá ser feita uma instalação elétrica de lâmpadas *Led*. Ao final da construção, cada grupo deverá decorar e complementar a casa com um dos três temas sorteados: “Casa econômica”, “Casa geradora”, ou “Casa excessivamente consumidora”.

## ***Objetivos:***

- Introduzir os principais conceitos do estudo da Eletricidade;

- Realizar um experimento de verificação em circuitos em série e paralelos, para a verificação da corrente e tensão elétrica em diferentes casos;
- Realizar uma investigação sobre o consumo de energia elétrica dentro da residência do aluno;
- Construir uma maquete de uma casa, onde será realizada uma aplicação prática dos conceitos desenvolvidos em aula, por meio da elaboração de um circuito elétrico;

***Conteúdos abordados:***

- Corrente elétrica;
- Tensão elétrica;
- Ligação de resistores;
- Potência e energia elétrica.

***Duração:***

17 aulas de 50 minutos (aproximadamente 1 bimestre).

Aula 1	Levantamento de ideias prévias
Aula 2	Discussão da atividade de ideias prévias
Aulas 3 a 5	Conceito Físico – Corrente e Tensão Elétrica e Ligação de resistores
Aula 6	Verificação Tensão e Corrente nas ligações elétricas
Aula 7	Apresentação da proposta do “Desafio de Criatividade”
Aula 8	Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica
Aula 9	Investigação Consumo de energia elétrica
Aula 10	Apresentação das plantas
Aulas 11 e 12	Construção dos circuitos elétricos nas caixas
Aulas 13 e 14	Apresentação final dos trabalhos
Aula 15	Avaliação – Prova
Aula 16	Avaliação posterior - Relatório

**Tabela 1** – Cronograma “Instalação elétrica na caixa de sapatos”

## *Descrição das atividades:*

### *Aula 1: Levantamento de ideias prévias*

Antes de introduzir os conceitos e a proposta de atividade aos alunos, realizamos a coleta de ideias prévias a partir de um questionário, em que os alunos foram convidados a analisar três contas de luz diferentes. As perguntas buscavam compreender:

- I. a capacidade do aluno reconhecer e avaliar o porquê dos custos e tarifas;
- II. quais equipamentos e hábitos consumiam maior quantidade de energia elétrica;
- III. quais estratégias poderiam ser utilizadas para a economia desse recurso;
- IV. aspectos dos conceitos físicos sobre energia elétrica.

Apesar de muitos alunos terem o primeiro contato com o estudo formal da eletricidade no nono ano, vivemos imersos em um mundo onde os recursos elétricos são cada vez mais comuns, o que nos levou a formular a hipótese de que os alunos poderiam conhecer alguns aspectos acerca do tema.

## *Aula 2: Discussão da atividade de ideias prévias*

Na segunda aula da sequência, as questões foram realizadas juntamente com os alunos para que fossem discutidas. Foi alertado que não era importante o acerto das respostas, até porque tais conceitos seriam trabalhados ao longo da atividade. Mas esse momento foi importante, pois uma série de perguntas foi apontada pelos alunos. Ressaltamos que, aqui, nesta etapa, seria importante introduzir, de maneira geral, os conceitos de eletricidade, além de oferecer um panorama do que viria a ser trabalhado em seguida.

## *Aulas 3 a 5: Conceitos físicos – Corrente e Tensão Elétrica, Ligação de resistores, Potência e Energia elétrica*

Uma vez que o trabalho foi desenvolvido com o 9º ano do ensino fundamental, a intenção de trabalhar tais conteúdos não foi o aprofundamento, para tornar os alunos capazes de resolver uma variedade de exercícios muito grande ou para que pudessem ter o

domínio total do assunto. Esperava-se que os alunos conseguissem definir cada conceito, além disso, que pudessem relacioná-los ao seu cotidiano. Para isso se tornar possível, as discussões em sala de aula foram baseadas em componentes elétricos que, em geral, os alunos possuíam em sua residência.

Esses conceitos foram abordados com diferentes ferramentas, desde a aula expositiva com auxílio de apresentação em slides e vídeos que representaram os conceitos em escala atômica, e em simuladores computacionais, como as do projeto PhET<sup>6</sup>, da Universidade do Colorado.

Nas “aulas 3 e 4” foram discutidos os conceitos de Corrente Elétrica e Tensão Elétrica. Na “aula 5” foram trabalhadas as Ligações de Resistores. Ao final das aulas, os alunos responderam a uma lista de exercícios que contemplava os conceitos abordados.

---

<sup>6</sup> “Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.” Disponível em:< [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>. Acesso em: 03 dez. 2018.

***Aula 6: Verificação de tensão e corrente elétrica nas ligações entre lâmpadas***

Nessa aula foi desenvolvida uma atividade de experimentação sobre ligações entre lâmpadas, em que os alunos precisaram medir a corrente e a tensão elétrica em circuitos em série e paralelo, em diferentes pontos, para verificar o comportamento da corrente elétrica e a tensão elétrica nesses tipos de ligação.

Para a realização da tarefa, os alunos deveriam seguir um manual para desenvolver toda a atividade, de forma guiada. Os alunos também deveriam trabalhar em grupo de 4 ou 5 alunos. Nós desenvolvemos esse material para instruir como as medidas deveriam ser feitas. Como a atividade é de verificação, ela sugere o modelo, passo a passo, do que deve ser feito. Afinal, o objetivo da atividade é que os alunos constatem, na prática, as questões teóricas. Além disso, é importante que eles compreendam as diferenças e limitações nesse aspecto do conteúdo.

## *Aula 7: Apresentação da proposta do “Desafio de Criatividade”*

A sequência de aulas comentadas acima foi interrompida para apresentamos o “Desafio de Criatividade”, que seria desenvolvido até o final do processo. Isso foi necessário, pois os alunos realizariam como tarefa a planta elétrica de uma casa para ser entregue depois das duas aulas seguintes. Após passarem pela atividade de verificação, haviam compreendido como realizar as ligações, ou seja, a atividade anterior serviu como tarefa preparatória.

A seguir, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa, com os passos descritos até o final do processo.

# Casa na caixa de sapatos

---

O trabalho consiste em construir em grupo, um protótipo de uma casa, numa caixa de sapato, com uma instalação elétrica de pequenas lâmpadas *led's* e outros componentes decorativos, simulando elétricos e eletrônicos.

A atividade será em grupo. Todos os grupos serão organizados pelo professor.

Utilizaremos os conceitos e as atividades desenvolvidas nas últimas seis aulas. Na sequência, o trabalho ainda será compreendido por 5 etapas:

1. Planejamento e desenho da Planta, feito em casa, devendo ser entregue e apresentado posteriormente;
2. Construção da instalação elétrica, feita no *Maker Space* do colégio (trazer os materiais necessários);
3. Construção do projeto complementar: realização em casa ou no *Maker Space*, no período da tarde, mediante agendamento;

4. Apresentação dos trabalhos;
5. Avaliações - prova e relatório.

### **Planta:**

No dia X de Y, os grupos devem apresentar para toda a sala o esboço de uma planta, em forma de desenho, que represente a ligação das lâmpadas de uma casa que contenha:

- No mínimo dois cômodos, com interruptores independentes;
- É preciso haver na planta, pelo menos, uma ligação em série, e, no mínimo, uma em paralelo;
- Todas devem estar ligadas a uma fonte de energia.

Os projetos serão debatidos, e, se necessário, serão apontadas algumas correções a serem realizadas para a construção da casa na caixa de sapatos.

### **Construção do projeto Básico**

Serão destinadas duas aulas na semana, entre os dias X e Y de Z, para a primeira construção. Os alunos devem montar o projeto apresentado na planta.

Os grupos devem providenciar:

- Uma caixa de Sapatos ou outra similar;
- 2 ou mais pilhas AA. Elas não são obrigatórias para o dia da construção, mas são recomendadas para testes.

O colégio fornecerá:

- 4 *led's* de alto brilho, transparente 5mm;
- 3 interruptores (pelo menos 2 de três pontos);
- fios condutores;

Será utilizada a sala do *Maker Space*, onde poderemos usar as ferramentas e recursos (incluindo o ferro de solda e estanho), com o auxílio do professor ou dos gurus do *Maker*.

## **Construção do projeto Complementar**

Cada grupo receberá a missão de decorar e complementar sua casa com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, e o que mais quiserem incorporar ao protótipo, a partir de um dos temas propostos

pelo professor para o grupo. É necessário que o protótipo esteja relacionado ao tema proposto.

Tema “Casa Econômica” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados para economizar energia elétrica.

Tema “Casa consumidora excessivamente” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados como um mau exemplo de economia de energia elétrica, ou seja, a casa deve potencializar os gastos com energia elétrica.

Tema “Casa geradora” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados como uma casa que é autossustentável na geração da energia elétrica.

Essa etapa o aluno deverá realizar em casa ou poderá utilizar o *Maker Space*, mediante agendamento. A apresentação do projeto final deverá ocorrer no dia X de Y.

### **Relatório posterior:**

Ao final do processo, empregaremos um relatório individual, com perguntas preestabelecidas sobre a construção do protótipo e os conceitos envolvidos no desenvolvimento da casa. Ele deverá ser preenchido individualmente pelos alunos. Esta parte do processo se deve ao fato de buscarmos compreender como cada um se envolveu com o processo, além de verificar o aprendizado de cada aluno.

### **Avaliações e Critérios:**

O trabalho será avaliado e comporá a nota do bimestre. Ademais, os conceitos de eletricidade trabalhados anteriormente e ao longo da atividade também integrarão a matéria da prova.

Em relação ao trabalho desenvolvido, serão avaliadas as etapas da entrega e apresentação da planta, a construção do circuito elétrico, da construção complementar, da apresentação e do relatório, conforme forem entregues e apresentados os produtos. Veja os critérios apresentados nas tabelas abaixo. Eles estão distribuídos em 4 níveis de avaliação, em que 4 indica o ideal e 1 o mais distante disso.

<b>Planta</b>	
<b>4</b>	Desenhamos uma planta fácil de entender, de maneira correta, que qualquer pessoa da minha idade consiga entender, e onde estão sendo ligados cada componente.
<b>3</b>	Desenhamos uma planta de maneira correta, mas é preciso que a pessoa entenda de eletricidade para identificar os componentes.
<b>2</b>	Desenhamos uma planta de difícil entendimento, apesar de correta, ou que está quase completamente correta, apresentando erros pontuais.
<b>1</b>	Desenhamos uma planta que não apresenta clareza, ou possui muitos erros, ou não descreve o projeto exigido nas instruções.

***Tabela 2** – Critérios de Avaliação da planta.*

<b>Construção da instalação elétrica</b>	
<b>4</b>	Construímos a planta exatamente conforme a desenhamos, utilizando menos fios possíveis de maneira organizada e clara, sem desperdiçar recursos.
<b>3</b>	Construímos a planta exatamente conforme a desenhamos, porém existe excesso de material utilizado ou falta de simplicidade.
<b>2</b>	Construímos o projeto básico fugindo do planejado na planta, e esse foi um dos motivos para funcionar parcialmente, ou a falta de cuidados fez com que não funcionasse perfeitamente, ou foram utilizados mais materiais que o necessário.
<b>1</b>	Construímos o projeto básico de maneira que não tomamos os cuidados necessários para os componentes funcionarem.

***Tabela 3** – Critérios de Avaliação da Construção da instalação elétrica.*

<b>Construção complementar</b>	
<b>4</b>	A nossa casa representou o tema selecionado de maneira criativa, com muito capricho e dedicação. Notoriamente houve uma pesquisa para selecionar todo o <i>design</i> e equipamentos que contribuíram para deixá-la relacionada ao tema.
<b>3</b>	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema, porém são poucos, ou não houve nada além disso.
<b>2</b>	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema e outros que são contrários ao nosso tema, ou o acabamento está mal feito ou descuidado.
<b>1</b>	A nossa casa não representava o tema exigido, ou foi feita com falta de cuidado ou esforço.

**Tabela 4** – Critérios de Avaliação da Construção complementar.

<b>Apresentação</b>	
<b>4</b>	Meu grupo todo apresentou, dividindo igualmente as falas. Todos se apresentaram de maneira clara como se ninguém da sala soubesse do que se tratava o projeto, além de termos tomado os cuidados com postura, volume e velocidade da voz.
<b>3</b>	Nem todos do grupo apresentaram grande parte do trabalho, apesar de que não houve erros em conceitos importantes. Além disso, todos mostraram empenho nas atividades de alguma maneira.
<b>2</b>	Nem todos do grupo apresentaram, ou houve falha em conceitos principais, ou foram destacados aspectos confusos que não ajudaram a entender o trabalho, ou um membro do grupo aparentou não ter participado.

<b>1</b>	Poucos do grupo falaram, houve erros em conceitos importantes, não houve cuidado com postura ou entonação e velocidade da fala; alguns membros do grupo aparentaram não ter participado.
----------	--

***Tabela 5 – Critérios de Avaliação da Apresentação.***

<b>Relatório</b>	
<b>4</b>	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente, explicado de maneira clara, permitindo que até alguém que não estivesse no dia da apresentação, pudesse compreender o que foi realizado; até mesmo um leigo no assunto poderia entender.
<b>3</b>	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente.
<b>2</b>	O meu relatório está incompleto, apresenta poucos erros ou preenchido superficialmente em algumas questões.
<b>1</b>	O meu relatório está incompleto, errado ou preenchido superficialmente.

***Tabela 6 – Critérios de Avaliação do Relatório.***

### **Aula 8: Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica**

A discussão sobre conceitos físicos foi retomada nessa aula, com os conceitos de Potência Elétrica e a sua relação com a energia elétrica. A discussão nesse ponto objetivava conhecer os maiores

consumidores de energia dentro da casa dos alunos, para que dessa maneira desenvolvessem hábitos mais conscientes de consumo.

Para tanto, a Potência elétrica foi definida como o a quantidade de energia elétrica transformada (ou seja, “consumida”) durante um intervalo de tempo. Isto quer dizer que aparelhos de maiores potências apresentam um consumo maior de energia elétrica.

### ***Aulas 9 e 10: Investigação de consumo de energia elétrica***

Ao final do bloco de aulas teóricas, propusemos aos alunos uma investigação, cujo objetivo seria refletir sobre quais hábitos de consumo de energia geram maior impacto financeiro e ambiental. Para isso, era necessário descobrir quais equipamentos cotidianos contribuem para o maior consumo de energia na casa dos alunos. Entretanto, os discentes não deveriam apenas usar a internet e pesquisar, mas coletar dados *in loco* para concluírem, uma vez que o objetivo é que passassem por uma investigação.

Então, solicitou-se aos alunos que procurassem em suas casas os equipamentos domésticos com uso de, pelo menos, uma vez por semana, e que coletassem os seguintes dados:

- tempo de uso do equipamento – medido em horas, mesmo que por estimativa em alguns casos;
- sua potência – que poderia estar escrita no aparelho, caixas, ou pesquisando o modelo na internet para levantamento desse dado.

Dessa forma, foi levantada a discussão que aparelhos de grande potência, conforme havia sido debatido em aula, são os equipamentos que produzem um maior consumo, porém, os de baixa potência, se ligados durante muito tempo podem superá-los, uma vez que o consumo de energia elétrica é calculado através do produto da Potência, medida em KW, pelo tempo em que o equipamento fica ligado, medido em horas.

Após essa tarefa, os alunos foram convidados a refletir quais os equipamentos estavam sendo utilizados de maneira abusiva e quais poderiam diminuir o consumo. Foi realizado um debate de quais práticas podem ser adotadas para diminuir o consumo de energia elétrica. Obtivemos indagações sobre desperdício – como deixar as luzes acesas quando não se está em um determinado cômodo ou quando se está claro – sobre estratégias em como acumular as roupas para lavar e passar, evitando, assim, utilizar abusivamente a energia da máquina e do ferro de passar roupa. Por exemplo, no caso do ferro de

passar, é mais econômico passar mais roupas de uma só vez do que em dois dias separados.

Também propusemos uma atividade em que os alunos levantassem evidências de que tipo e em que lugar as ligações elétricas estão presentes em suas residências. Ou seja, o objetivo era descobrir onde e por que as ligações eram feitas em série ou paralelo. Para orientá-los, discutimos quais aspectos poderiam ser observados. Segundo a atividade de verificação e a aula teórica sobre o tema, os alunos apontaram aspectos como:

- o brilho das lâmpadas, que foi observado ser maior nas ligações em paralelo que nas ligações em série, caso as lâmpadas sejam idênticas (não foi trabalhado o conceito de resistência equivalente, então associaram o brilho ao tipo de ligação);
- o funcionamento de algumas lâmpadas quando eram removidas ou queimavam, pois, se fosse em série, ao queimar, as demais também se apagavam.

Essa investigação foi proposta na nona aula, para que os alunos voltassem para casa e colhessem tais dados. Os resultados das investigações, obtidos pelos alunos, foram apresentados e discutidos

na décima aula. Essa aula teve um caráter de debate, relativo aos aspectos anteriormente citados.

### ***Aula 11: Apresentação das plantas***

Na Aula 11, os alunos apresentaram, para toda a turma, a planta baixa das casas de sapato com todos os cômodos e ligações do projeto. Após as apresentações, solicitamos que toda a turma analisasse se os requisitos estavam sendo cumpridos, ou seja, se as duas formas de ligação estavam sendo utilizadas e se estavam ligadas de maneira correta. Aliás, questionamos também se o tema proposto estava sendo seguido. Ressaltamos que foi um momento importante para o processo de ensino-aprendizagem, pois o professor e os alunos de outros grupos puderam apontar possíveis pontos de curto circuito ou falhas no projeto, bem como outros detalhes, como a quantidade de pilhas e em que posição do circuito elas deveriam estar. Foi uma oportunidade muito positiva de avaliar como os alunos estavam compreendendo os conceitos.

### ***Aulas 12 e 13: Construção dos circuitos elétricos nas caixas***

Nas aulas 12 e 13, reservamos o *Maker Space* para a construção do circuito elétrico na caixa de sapatos. A caixa e as pilhas eram responsabilidade dos alunos. Já os *leds*, fios de cobre e ferramentas eram recursos que deveriam ser oferecidos pela escola.

O material mínimo disponibilizado para os alunos foi:

- *Leds* de alto brilho 5 mm. A cada grupo foram distribuídos de 3 a 6 *leds*, conforme o projeto;
- Fios de cobre retirados de cabo de rede antigos sem utilização;
- Ferro de solda e estanho, que eram manipulados pelo técnico responsável do *Maker Space*, o chamado “Guru”, e pelo professor, dado o risco de queimadura aos alunos. Buscou-se garantir que todos os alunos acompanhassem e participassem do processo, sendo responsáveis por indicar onde os fios deveriam ser soldados;
- Fita isolante para melhorar o isolamento e evitar curto-circuito, principalmente, nos *leds*;
- Cola quente, para fixação de algumas partes dos fios.

Como comentado, os alunos precisavam trazer as pilhas e a caixa de papelão.

Após duas aulas para a construção do circuito elétrico básico, os alunos continuaram a trabalhar com os projetos no contraturno do horário de aula, para que pudessem decorar e complementar as casas com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, além de realizarem a pintura e o que mais desejassem, a fim de atingirem o objetivo de adequar a casa à proposta do tema sorteado (casa econômica, casa consumidora em excesso ou casa geradora de energia). A sala do *Maker Space* foi agendada com horários de monitoria livre para que esses alunos pudessem utilizá-la. A apresentação final da casa completa seria realizada uma semana após essa última aula.

### ***Aulas 14 e 15: Apresentação final dos trabalhos***

No dia da apresentação, os alunos levaram o projeto pronto e fizeram uma explanação de cerca de 7 minutos sobre a planta, a montagem, o circuito e os elementos que contribuíram para adequarem o protótipo ao tema sorteado, além de explicarem o porquê de tais elementos contribuíram na adequação. A forma de apresentação dos projetos foi livre. Entretanto, os *slides* foram mais utilizados pela maioria da turma.

### ***Aula 16: Avaliação – Prova***

Todas as etapas do processo foram avaliadas, com critérios que foram apresentados aos alunos na folha de instruções sobre o desenho da planta, durante a atividade de verificação e na construção do “Desafio de Criatividade”. Em diversos momentos, essa avaliação ocorreu de maneira mais objetiva com questionários, por exemplo, ou de forma coletiva, no caso dos protocolos de investigação de ligação em série e paralelo, na construção, na planta e na apresentação. Entretanto, também havia a necessidade de avaliações individuais, para que se pudesse verificar, particularmente, o desenvolvimento de cada aluno. Para isso, ao final desse processo, os alunos realizaram uma avaliação formal, isto é, uma prova, contendo os conteúdos abordados nas diferentes etapas do processo, incluindo também o que foi apresentado pelos grupos.

### ***Aula 17: Avaliação posterior – Relatório***

Por fim, os alunos realizaram, individualmente, após dois meses, um relatório contendo algumas perguntas que questionavam o desenvolvimento do processo de construção e as impressões discentes

sobre o trabalho como um todo. Isso foi necessário para avaliarmos o impacto do desafio na aprendizagem dos alunos e quais impressões foram geradas, após esse intervalo de tempo. Além disso, o relatório continha algumas perguntas teóricas, para verificarmos também a compreensão dos conceitos após esse período. Dividimos as perguntas em dois em blocos, cada uma com objetivos diferentes de avaliação.

O Bloco 1 tinha como função avaliar a quais fatores atitudinais e de conhecimento conceitual os alunos atribuíam o funcionamento ou não da instalação elétrica. Dessa maneira, buscávamos que os discentes compreendessem a importância da elaboração de hipóteses para solucionar os problemas que surgiram ao longo da construção, bem como a importância do planejamento prévio das ações ao longo processo. Ademais, esse bloco também buscou compreender alguns aspectos das impressões dos alunos sobre o trabalho em grupo.

O Bloco 2 apresentou como objetivo avaliar alguns aspectos do conteúdo abordado, para que pudéssemos verificar, após dois meses de trabalho, o que os alunos eram capazes de responder sobre questões trabalhadas ao longo de todo o processo. Para isso, elaboramos uma pergunta aberta, para que descrevessem algum aspecto que julgassem ter compreendido; uma questão sobre o tema complementar da casa; e algumas questões para abordar as associações em série e paralelo, bem como suas características.

O questionário foi elaborado *online*, utilizando a ferramenta “Formulários Google”<sup>7</sup>. Os alunos foram levados, durante a aula, ao laboratório de informática para responder ao questionário.

---

---

<sup>7</sup> Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em 17 dez. 2018

# *Carrinho movido a 3ª Lei de Newton*

## ***Resumo:***

O desafio consiste em construir um carrinho com materiais de baixo custo, reciclável ou disponível no *Maker Space*, mas que deve ser movido exclusivamente a Terceira Lei de Newton. O carrinho deve funcionar por algum processo mecânico, seja usando propulsão a ar, elástico, fluidos, entre outros. Os alunos ainda deverão testar, pelo menos, duas maneiras diferentes de propulsão antes de escolher aquela com a qual o carrinho se moverá.

## ***Objetivos:***

- Aplicar o conceito da 3ª Lei de Newton, Ação e Reação;
- Realizar uma investigação, comparando, pelo menos, três processos de como levar o carrinho a uma maior distância possível;

- Construir um carrinho movido a terceira lei de Newton.

***Conteúdos abordados:***

- Leis de Newton

***Duração:***

12 aulas de 50 minutos.

Aula 1	Levantamento de ideias prévias
Aula 2	Discussão da atividade de ideias prévias
Aulas 3 a 5	Conceito Físico – As 3 Leis de Newton
Aula 6	Apresentação da Proposta
Aula 7	Investigação dos três métodos de construção
Aulas 8 e 9	Construção do carrinho
Aula 10	Corrida dos carrinhos
Aula 11	Apresentação dos Vídeos
Aula 12	Relatório

**Tabela 7** – Cronograma “Carrinho movido a terceira lei de Newton”

## **Descrição das atividades:**

### ***Aula 1: Levantamento de ideias prévias***

Assim como na atividade apresentada anteriormente, nesta proposta também iniciamos o trabalho a partir da coleta de ideias prévias dos alunos que responderam a um questionário. As perguntas buscavam compreender:

- I. o entendimento dos alunos acerca das consequências de forças, quando elas atuam em um corpo;
- II. o entendimento dos alunos em relação aos conceitos de velocidade e aceleração;
- III. o entendimento dos alunos no que diz respeito à relação de forças trocadas por dois corpos em uma colisão, quando possuem massas diferentes.

### ***Aula 2: Discussão da atividade de ideias prévias***

Da mesma forma que na atividade anterior, as questões foram realizadas juntamente com os alunos para que fossem discutidas. Dessa maneira, essa também passou a ser uma aula introdutória aos conceitos que viriam a ser trabalhados na sequência.

### *Aulas 3 a 5: Conceitos físicos – As três Leis de Newton*

As três aulas foram usadas para trabalhar a base dos conceitos das três leis de Newton. Mais uma vez, por se tratar de conteúdos abordados no ensino fundamental, não tínhamos a pretensão de aprofundá-los. Era objetivo que os alunos compreendessem o conceito de inércia, a não necessidade da força para a manutenção de um movimento, a relação da força com a aceleração; compreendessem o conceito de aceleração como alteração da velocidade e o conceito de ação e reação na interação de forças entre dois corpos.

Foram utilizados experimentos demonstrativos, além de vídeos e discussões sobre o tema. Os alunos também responderam a uma lista de exercícios.

## *Aula 6: Apresentação da Proposta*

Após a introdução do tema e da discussão dos conceitos necessários para trabalharmos a proposta, apresentamos o “Desafio de Criatividade”. Na apresentação, explicamos todas as etapas posteriores, os passos seguintes, bem como os critérios de avaliação.

A seguir, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa.

---

## Carrinho movido a 3<sup>a</sup> Lei de Newton

O desafio consiste em construir um carrinho com materiais de baixo custo, reciclável ou disponível no *Maker Space*. Entretanto, o carrinho deve ser movido exclusivamente a Terceira

Lei de Newton. Ele deve funcionar por algum processo mecânico, usando propulsão a ar, elástico, fluidos, entre outros.

### Investigação:

Como fase do planejamento, e para que os alunos possam compreender algumas dificuldades que decorram do processo, será realizada uma investigação na qual os alunos devem, a partir de um protótipo base de carrinho, testar pelo menos 2 tipos de propulsão diferentes. Contudo, todas devem obedecer às regras da proposta. Para isso, é necessário que os alunos busquem na internet algumas ideias a partir das quais possam orientar suas pesquisas.

### Construção:

Serão destinadas duas aulas na semana, entre os dias X e Y de Z, para a construção do projeto. É importante que o grupo se organize, planeje e teste alguns pontos da construção previamente, para que não haja surpresas que fujam ao controle do grupo.

Todo o material que comporá a construção do carrinho deve ser providenciado pelos participantes do grupo.

Será utilizada a sala do *Maker Space*, onde poderemos usar as ferramentas e recursos.

### *Materiais e regulamento da construção:*

Só serão permitidos materiais recicláveis, além de isopor e madeira.

A cola poderá ser usada (diversos tipos) apenas para as junções.

Não será permitido uso de energia elétrica no funcionamento do carrinho.

Qualquer outro material não listado ou especificado fica a cargo da decisão do professor, favor consultar.

### *Vídeo:*

Um vídeo sobre o carrinho deve ser realizado, com aproximadamente 3 minutos. Deve constar:

- 1 – Descrição simples da construção do carrinho;
- 2 – Explicação do funcionamento do carrinho;
- 3 – Demonstração do funcionamento;
- 4 – Explicação dos conceitos físicos envolvidos.

O vídeo deve ser entregue e apresentado no dia X de Y.

### Relatório:

Ao final das atividades, os alunos, individualmente, no laboratório de informática, devem responder a um relatório contendo perguntas teóricas sobre os temas e conteúdos que foram trabalhados durante a construção do carrinho, bem como o seu processo de construção.

Um relatório individual, com perguntas preestabelecidas sobre a construção e funcionamento dos carrinhos, deverá ser preenchido pelos alunos.

### Critérios de Avaliação:

<b>Construção</b>	
<b>4</b>	Construímos um carrinho capaz de andar alguns metros, muito bem alinhado, capaz de andar em linha reta, através de um processo muito criativo de funcionamento.
<b>3</b>	Construímos um carrinho capaz de andar alguns metros, sofrendo alguns desvios ou movimento; andou de alguma maneira irregular. Orientação em projetos pré-existentes na internet.
<b>2</b>	Construímos um carrinho capaz de andar pelo menos um pouco. Cópia de sites da internet.
<b>1</b>	Nosso carrinho acabou não saindo do lugar devido à ação do mecanismo próprio, por má construção, falta de dedicação, preparo ou envolvimento com o trabalho.

***Tabela 8 – Critérios de Avaliação da Construção.***

---

<b>Vídeo</b>	
<b>4</b>	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descrição do trabalho. Os conceitos usados para explicar estavam corretos. Utilizamos didática e criatividade no formato e na explicação. Além de nosso vídeo apresentar clareza na imagem e no som, falamos de maneira clara (pausada e em bom volume).

<b>3</b>	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descrição do trabalho. Os conceitos usados para explicar estavam corretos. Porém, a qualidade técnica do vídeo não foi tão boa ou o vídeo estava monótono.
<b>2</b>	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descrição do trabalho. Porém, os conceitos usados para explicar estavam parcialmente corretos ou superficiais.
<b>1</b>	Produzimos um vídeo incompleto dentro dos itens solicitados na descrição, ou apresentava muitos erros, ou houve uma explicação excessivamente superficial.

***Tabela 9 – Critérios de Avaliação do Vídeo.***

---

<b>Relatório</b>	
<b>4</b>	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente; tudo foi explicado de maneira clara, permitindo que até alguém que não estivesse no dia da apresentação, pudesse compreender o que foi realizado; até mesmo um leigo no assunto poderia entender.
<b>3</b>	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente.
<b>2</b>	O meu relatório está incompleto, apresenta poucos erros ou preenchido superficialmente em algumas questões.
<b>1</b>	O meu relatório está incompleto, errado ou preenchido superficialmente.

***Tabela 10 – Critérios de Avaliação do Relatório.***

---

<b>Competição</b>	
<b>4</b>	Primeiro colocado ganha 1,0 ponto na avaliação mensal.
<b>3</b>	Segundo e terceiro colocados ganham 0,5 ponto na avaliação mensal.
<b>2</b>	Quarto, quinto e sexto colocados ganham 0,25 ponto na avaliação mensal
<b>1</b>	Demais não ganham pontos extras

**Tabela 11** – Critérios de Avaliação da Competição.

### Fontes Sugeridas:

É possível encontrar na internet carrinhos movidos a diferentes materiais. Além disso, pode-se pensar em inovar, juntando ideias de sites como do “Manual do Mundo”, que possui vários experimentos e construções que usam elásticos e propulsão, além de outros vídeos no *Youtube* e no *Google*. Sugerimos também o site <http://www.arvindguptatoys.com/toys->

[from-trash.php](#)<sup>8</sup>, que utiliza materiais recicláveis em suas construções.

---

### *Aula 7: Investigação dos dois métodos de propulsão*

Nessa etapa, foi realizada uma investigação na qual os alunos deviam, a partir de um protótipo base de carrinho, testar 2 tipos de propulsão diferentes, todos obedecendo às regras do trabalho. Esse momento foi equivalente a um momento de planejamento para os alunos, que além de sentirem as dificuldades de montar um protótipo de carrinho pré-estabelecido pelo professor, ainda precisaram adaptá-lo para funcionar com três formas de propulsão diferentes.

Alguns exemplos de maneiras utilizadas pelos alunos foram: força elástica por fricção, força elástica para mover uma hélice, força elástica de uma ratoeira para puxar um fio amarrado ao eixo, água pressurizada por bomba de ar e reação entre vinagre e bicarbonato para pressurizar uma garrafa.

---

<sup>8</sup> Acesso em: 01 de jun. 2016

Após testarem as duas maneiras, os alunos deveriam selecionar uma das formas para iniciar o planejamento do próprio projeto, a fim de se organizarem para conseguir todos os materiais.

### *Aulas 8 e 9: Construção do carrinho*

Reservamos o *Maker Space* para a construção do carrinho. Os materiais eram responsabilidade dos alunos. A montagem da base do carro e do aparelho propulsor também era de total responsabilidade dos alunos, que poderiam desenvolver alguma ideia própria ou se orientarem em algum outro projeto já realizado na internet. Porém, o carrinho deveria ter como objetivo alcançar a maior distância possível, uma vez que existia uma competição além do trabalho.

Os itens aos quais os alunos mais se atentaram para ganharem a competição foram: o tipo de propulsão que fosse forte e que durasse por mais tempo; poder de aderência das rodinhas com o piso. Por fim, alguns discentes aperfeiçoaram seus

projetos, tomando cuidado em diminuir o atrito do eixo e outras partes importantes para o movimento.

### *Aula 10: Corrida dos carrinhos*

Para a demonstração do funcionamento dos carrinhos, agendamos a quadra de cimento, pois ela é reta e apresenta uma boa aderência para a maior parte dos materiais usados na fabricação das rodinhas.

Como o objetivo era construir o carrinho mais alinhado e simétrico possível, só seria considerada a distância em linha. Assim, se o carrinho desviasse para as laterais, isso não seria estimado. Portanto, foi medida a distância do carrinho a partir da linha de fundo de um dos lados da quadra.

Os carrinhos que apresentaram melhor desempenho foram aqueles que pressurizavam uma garrafa com água, pois a pressão empurra a água com força para trás, que por sua vez faz uma força para frente no carrinho, mantendo isso por um tempo mais prolongado que a força elástica.

### *Aula 11: Apresentação dos Vídeos*

Nessa aula, os alunos apresentaram os vídeos, que foram avaliados segundo os critérios apresentados anteriormente. O vídeo tinha por objetivo documentar o processo, além de poder abrir a discussão para o que poderia ter sido melhorado no projeto, buscando as falhas e qualidades em cada caso. Essas questões levantadas foram importantes para completar o relatório posteriormente.

### *Aula 12: Relatório*

Ao final do processo, os alunos realizaram um relatório individual, para avaliar o processo de construção e o trabalho como um todo. O relatório também continha algumas perguntas teóricas sobre as leis de Newton.

O questionário elaborado *online*, utilizando a ferramenta “Formulários Google”<sup>9</sup>. Os alunos preencheram o questionário, durante a aula, no laboratório de informática.

---

## *Queda do Ovo*

### ***Resumo:***

Um ovo no alto de um prédio possui inicialmente energia potencial gravitacional armazenada. Com a queda, o corpo perde gradativamente essa energia, ganhando, na mesma proporção, energia cinética. Ao acertar o solo, toda essa energia é dissipada

---

<sup>9</sup> Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/> Acesso em: 17 dez. 2018

imediatamente, fazendo-o quebrar. Porém, com um paraquedas ou algum tipo de freio, parte dessa energia será dissipada vagarosamente.

O desafio consiste em construir um paraquedas com um recipiente para o ovo, de maneira que a energia seja dissipada e o ovo não quebre com a queda. Além disso, a energia mecânica dissipada deve ser calculada através da diferença da energia potencial gravitacional inicial e a energia cinética final.

Para dificultar ainda mais o desafio, pode ser proibido o uso de paraquedas ou outros freios como asas, permitindo que o aluno projete apenas um sistema de amortecimento eficaz. Outra forma de dificultar a atividade é limitando o uso de materiais. Entretanto, essa dificuldade deve estar adequada à série dos alunos, ao tempo de trabalho e aos objetivos desejados com a atividade. Outra variação da atividade é não deixar os materiais livres a cargo dos alunos. Isto é, os materiais não poderão ultrapassar uma determinada massa.

### ***Objetivos:***

- Compreender o conceito de transformação de energia mecânica

***Conteúdos abordados:***

- Energia Mecânica;
- Conservação de Energia Mecânica.

***Duração:***

4 aulas de 50 minutos.

Por se tratar de uma atividade com menor duração, usada apenas para exemplificar a transformação de energia mecânica, não realizamos atividades para o levantamento de ideias prévias.

Aula 1	Investigação de quando um ovo quebra.
Aula 2	Apresentação da proposta.
Aula 3	Construção do equipamento
Aula 4	Lançamento do ovo

Aula 5	Relatório
--------	-----------

*Tabela 12* – Cronograma “lançamento do ovo”

---

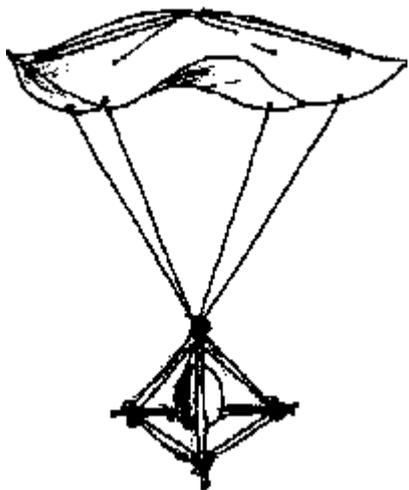
***Aula 1: Investigação de quando um ovo quebra.***

Nessa aula, realizamos uma investigação analisando qual a altura mínima que se deve deixar um ovo cair para que ele quebre; qual a posição mais frágil e qual a velocidade teórica, obtida pelo princípio da conservação da energia mecânica, com que o ovo chega ao chão. Fizemos mais testes envolvendo tamanhos diferentes de paraquedas para verificar em qual altura os ovos se quebravam. Essa atividade orientou os alunos no planejamento da construção de suas estruturas.

***Aula 2: Apresentação da proposta.***

Apresentamos o “Desafio de Criatividade”. Na apresentação, explicamos todas as etapas posteriores e os passos

que viriam na sequência, bem como os critérios de avaliação. Em seguida, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa.



### Queda do Ovo

---

Um ovo no alto de um prédio possui, inicialmente, energia potencial gravitacional armazenada. Com a queda, o corpo perde gradativamente essa energia, ganhando, na mesma proporção, energia cinética. Ao acertar o solo, toda essa energia é dissipada imediatamente, fazendo-o quebrar. Porém, com um paraquedas ou algum tipo de freio, parte dessa energia será dissipada vagarosamente. O desafio consiste em construir um paraquedas com um recipiente para o ovo, de maneira que a energia seja dissipada e o ovo não quebre com a queda. Além disso, a energia mecânica dissipada deve ser calculada, através da diferença da energia potencial gravitacional inicial e a energia cinética final.

### Construção:

Os grupos podem usar no **paraquedas** qualquer material plástico, de tecido ou de papel. Os demais materiais devem ser autorizados pelo professor.

Para a **base** só pode ser usado: canudos, palitos de madeira, fita adesiva, barbante, cartolina ou papel e copo plástico.

Será destinada uma aula na semana no dia X de Y, para os grupos discutirem e planejarem a construção. Será utilizado o laboratório de informática. Sugerimos que os alunos realizem pesquisas na internet com o descritor *Egg Drop Challenge*.

Todo material será de responsabilidade dos alunos. A construção deve ser feita apenas pelos membros do grupo. O projeto deve estar pronto no dia do lançamento, Z de Y.

### Calculo da energia:

Para calcular a energia potencial gravitacional  $E_{pg}$  deve ser utilizada a equação:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

No dia do lançamento, precisaremos medir a massa **m** do conjunto (base + paraquedas + ovo). A aceleração da gravidade **g** deve ser considerada  $10 \text{ m/s}^2$  e a altura **h** do prédio da biblioteca deve ser calculada pelos alunos.

Para calcular a energia cinética **E<sub>c</sub>** deve ser utilizada a equação:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

A massa **m** é a mesma que a calculada na energia potencial. Por sua vez, a velocidade **v** deve ser calculada pelos alunos, que devem elaborar uma maneira de calcular a velocidade aproximada do conjunto nos metros finais da queda. A velocidade deve ser calculada pela divisão do espaço no final do percurso pelo tempo que leva para isso, por sensores ou com a ajuda de gravação de vídeo.

No dia W de Y, os grupos devem entregar uma lauda, explicando como medirão a altura do prédio e da velocidade do conjunto.

**Relatório:**

Depois do lançamento, no dia U de Z, os grupos devem preencher um relatório no dia T de Z. Tal relatório serve para apresentar o cálculo da energia dissipada, bem como analisar o que deu certo ou errado no lançamento.

### Competição:

Os grupos que conseguirem evitar a quebra total do ovo (nem mesmo pode haver rachaduras) estarão competindo por pontos extras na prova. O critério de avaliação é a maior eficiência no uso de materiais do paraquedas, ou seja, ganha quem apresentar a menor área de paraquedas. O critério de desempate, caso haja, será a menor massa do conjunto.

### Crítérios de Avaliação:

<b>Construção e Lançamento</b>	
<b>4</b>	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, sendo o paraquedas o principal responsável pelo ovo não quebrar.
<b>3</b>	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, mas a base contribuiu mais que o paraquedas na proteção.

<b>2</b>	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, mas o ovo acabou rachando.
<b>1</b>	Construímos um conjunto base + paraquedas que não impediu que ovo se quebrasse na queda.

**Tabela 13** – Critérios de Avaliação da Construção e Lançamento.

<b>Energia Dissipada</b>	
<b>4</b>	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, e obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas, sendo os valores coerentes ou justificados em caso de incoerência.
<b>3</b>	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, e obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas. Mas os valores são incoerentes sem justificativa.
<b>2</b>	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, mas não obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas.
<b>1</b>	Não conseguimos calcular a velocidade de queda do ovo ou medir a altura do prédio de maneira aceitável.

**Tabela 14** – Critérios de Avaliação da Energia Dissipada.

<b>Relatório</b>	
<b>4</b>	Preenchemos completamente nosso relatório; ele não apresenta erros e as respostas estão detalhadas, de maneira que até um leigo no assunto poderia entender o que foi

	realizado.
<b>3</b>	Preenchemos completamente nosso relatório; ele não apresenta erros, mas as respostas não estão muito detalhadas, de maneira que é preciso ter visto o lançamento para entender o que está escrito.
<b>2</b>	Preenchemos parcialmente nosso relatório, deixando poucas questões sem responder; ou ele apresenta alguns erros, ou as respostas estão pouco detalhadas.
<b>1</b>	Preenchemos parcialmente nosso relatório, deixando várias questões sem responder, ou ele apresenta vários erros, ou as respostas não estão detalhadas.

***Tabela 15 – Critérios de Avaliação do Relatório.***

<b>Desafio</b>	
<b>4</b>	Construímos o paraquedas de menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
<b>3</b>	Construímos o paraquedas de segunda ou terceira menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
<b>2</b>	Construímos o paraquedas de quarta, quinta ou sexta menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
<b>1</b>	Construímos o paraquedas de área maior que pelo menos seis grupos.

***Tabela 16 – Critérios de Avaliação do Desafio.***

### *Aula 3: Construção da estrutura protetora do ovo*

Reservamos o *Maker Space* para a construção da estrutura de amortecimento da queda. Os materiais eram de responsabilidade dos alunos, bem como a montagem da estrutura.

Em geral, os alunos optaram por construir paraquedas grandes, organizar estruturas em formas de cubos e deixar os ovos amarrados nelas, criando sistemas de amortecimento entre a estrutura e o solo. Eles utilizaram também vários canudos nesse amortecimento.

### *Aula 4: Lançamento do ovo*

No dia agendado, subimos no terraço de um prédio de quatro andares para fazer o lançamento. Cerca de 30% dos projetos tiveram sucesso e os ovos não quebraram. Outros ovos apresentaram rachaduras, e alguns quebraram por completo. É importante ter apoio de outros funcionários para deixar a área isolada, colocar uma lona ou um material fácil de limpar, para que o cheiro do ovo não permaneça no local. É importante também ter

apoio no terraço, pois o professor estará ocupado com os lançamentos e, dificilmente, estará atento a outras situações.

### *Aula 5: Relatório*

Ao final do processo, os alunos realizaram um relatório individual, no qual deveria ser avaliado o processo de construção da estrutura e do trabalho como um todo. Os alunos precisavam explicar qual método foi utilizado para o cálculo da velocidade final e também deveriam apresentar a porcentagem de energia mecânica que foi dissipada ao longo do trabalho. O relatório continha algumas perguntas teóricas sobre a transformação de energia.

O questionário foi elaborado online, utilizando a ferramenta “Formulários Google”<sup>10</sup>. Os alunos preencheram o questionário, no laboratório de informática, durante a aula.

---

<sup>10</sup> Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em 17 dez. 2018

## *Referências Bibliográficas*

BARROCO, S. M. S.; TULESKI, S. C. Vigotski: o homem cultural e seus processos criativos. *Psicologia da educação*. n.24, pp. 15-33. 2007.

DRIVER, R. et al. "Construindo conhecimento científico na sala de aula." *Revista Química Nova na Escola*. v. 1, n. 9, p. 31-40. 1999

FREIRE, P.; *Pedagogia da Autonomia*. 1 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigação em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

KOHL, M. Coleção Grandes Educadores – Lev Vygotsky. PAULUS editora. 2006

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar ciências por investigação: O que estamos de acordo? *Ensaio*. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, p. 20, 2007.

VYGOTSKY, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo. Editora Martins Fontes. 2001.