



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

PATRÍCIA GONÇALVES DA SILVA

**PROCESSO DE APREENSÃO DE CONCEITOS DE MASSA: UM ESTUDO DE
CASO DO ENSINO FUNDAMENTAL AO MÉDIO**

**FORTALEZA
2018**

PATRÍCIA GONÇALVES DA SILVA

**PROCESSO DE APREENSÃO DE CONCEITOS DE MASSA: UM ESTUDO DE
CASO DO ENSINO FUNDAMENTAL AO MÉDIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S582p Silva, Patrícia Gonçalves da.
Processo de apreensão de conceitos de massa : um estudo de caso do ensino fundamental ao médio /
Patrícia Gonçalves da Silva. – 2018.
103 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Física, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis.
1. Ensino de Física. 2. Processo de apreensão. 3. Escolas públicas. 4. Ensino Fundamental. 5. Ensino
Médio. I. Título.

CDD 530

PATRÍCIA GONÇALVES DA SILVA

**PROCESSO DE APREENSÃO DE CONCEITOS DE MASSA: UM ESTUDO DE
CASO DO ENSINO FUNDAMENTAL AO MÉDIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo Queiros de Almeida
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE – Campus Juazeiro do Norte)

A Deus.

A mamãe e papai.

A todos os meus companheiros de aventuras

(aos que passaram e aos que permanecem).

AGRADECIMENTOS

- Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pois apesar de não compreender o que pode ser Deus, durante minha vida e principalmente nos momentos mais difíceis foi minha força.

- Ao meu querido orientador de monografia, Professor Dr. Saulo Davi Soares e Reis, por ter aceito me orientar, pelas conversas e debates construtivos que tivemos, pela paciência durante esse tempo em que fui sua orientanda e aluna, pelo crescimento acadêmico a mim agregado.

- Aos meus pais, Francisco Aluízio Barbosa da Silva e Benta Gonçalves da Silva, por terem feito tudo que podiam por mim, por sempre me apoiarem, mesmo quando não me entendiam.

- Agradeço aos meus irmãos, Francisco Benízio e Francisco Henrique por todo apoio e ajuda, por todas as conversas e debates nas madrugadas em que ficamos acordados e pela confiança que sempre dispuseram a mim (Eles são meus eternos companheiros de aventuras, a minha equipe permanente).

- A Maria Luíza Silva, minha amada sobrinha, por todos os beijinhos e abraços que tanto me acalmaram quando estive nervosa, pelo apoio moral mesmo sem saber (Titia tu tá tudano? Vou tudar tutigo viu?) e por ser meu pequeno laboratório pessoal em algumas observações feitas acerca da Epistemologia Genética. Quando ela crescer, vai ler esse agradecimento e vai saber o quanto foi importante sua ajuda de pequenina.

- Agradeço também a minha irmã Priscila Gonçalves, que através de nossas diferenças me proporcionou crescimento pessoal. Agradeço também por ter me dado minha sobrinha.

- Agradeço especialmente ao professor Dr. Nildo Loiola Dias, por toda a disponibilidade durante o curso, por todas as vezes que eu precisei repetir experimentos nos laboratórios, por todos os anos em que foi professor docente em minhas disciplinas experimentais.

- Ao Márcio, técnico do laboratório, por toda disponibilidade e ajuda durante o curso.

- Ao professor Dr. Marcos Antônio Araújo Silva, por toda a disponibilidade de sempre querer ajudar em relação aos problemas burocráticos, pela ajuda nos projetos em que participei na universidade e pelo forte incentivo a persistir e concluir o curso.

- Ao professor Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida, pelo tempo em que trabalhamos juntos no projeto "Meninas nas Ciências" e pelas valiosas conversas durante o tempo de orientação nesse projeto. Obrigado pela confiança professor.

- Aos professores: Dr. Antonio Gomes, Dr. Ascânio Dias, Dr. Afrânio Coelho e a todos os outros professores do curso que foram tão importantes na minha trajetória acadêmica.

- À Elvânia Dias Pires e família, por todo apoio nos tempos de escola, sem o qual talvez eu não tivesse chegado até aqui.

- À Arianny Sousa pela amizade, apoio e ajuda. Obrigado por estar sempre presente.

- Ao Rodrigo Almeida, um precioso amigo que conheci no início da graduação e que me acompanhou até este momento.

- À Nicolas Carvalho e Juliana Alves, pessoas que começaram essa trajetória comigo e com quem passei muitas noites de estudos acordadas. Também são preciosos amigos.

- À Gabriela da Rocha que também iniciou essa jornada comigo. Terminamos quase juntas. Sem ela essa monografia não teria acontecido nessa altura, pois mesmo com todo apoio e compreensão de todos, minha mente se encontrava esgotada, e ela me aparece às vésperas com suas perguntas desenfreadas, fazendo minha mente cansada trabalhar no que ainda restava para concluir. (Às vezes sinto vontade de jogar uma cadeira na cabeça dela com muito amor).

- À Juliane Freitas e Antônia Araújo por me emprestarem suas residências a fim de finalizar este TCC.

- À Jamile Faustino, pela disponibilidade, apoio e ajuda. (Em memória)

- Aos amigos e colegas não citados, pelo incentivo e pelo apoio constante durante toda a caminhada até aqui.

- Aos membros da banca, por aceitarem o convite e por contribuírem com o trabalho.

- Agradeço à Universidade Federal do Ceará por me acolher como aluna nesse período da graduação.

- Agradeço ao órgão de Fomento, pelo apoio financeiro: CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de PIBID.

“No meio da dificuldade reside a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho é baseado em uma pesquisa exploratória, com análise qualitativa e quantitativa, na qual os dados são coletados a partir de questionários aplicados a turmas do ensino fundamental e médio. Esses questionários são compostos por questões relacionadas aos conceitos de massa, levando em conta as respostas que mais se aproximaram das ideias conceituais, a fim de acompanhar a evolução da compreensão desses conceitos pelos alunos. Os questionários foram direcionados aos alunos das escolas públicas estaduais e municipais de Fortaleza/CE. Com as respostas dos questionários em mãos, foi possível realizar a pesquisa e propor possíveis soluções que auxiliassem na assimilação dos conteúdos programáticos pelos alunos. Isso foi feito à luz de teorias sobre a formação de conceitos, enfatizando a diferença entre construir e apreender conhecimento, seguindo as ideias de Werneck. Também levamos em conta o processo de construção e apreensão do conhecimento de acordo com Piaget e Vygotsky, e a abordagem espiral de ensino e como ele influencia o processo de aprendizagem. Os resultados obtidos foram comparados aos conceitos dos psicólogos supracitados e relacionados aos conceitos físicos aceitos de massa, com o objetivo principal de mostrar como podemos perceber o desempenho dos alunos no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: 1. Ensino de Física 2. Processo de Apreensão 3. Escolas Públicas 4. Ensino Fundamental 5. Ensino Médio 6. Conceito de Massa

ABSTRACT

This work is based on an exploratory research, with qualitative and quantitative analysis, in which data is gathered from questionnaires applied to classes of elementary and high school. These questionnaires are composed by questions related to the concepts of mass, taking into account the answers that came closest to the conceptual ideas, in order to follow the evolution of the understanding of these concepts by the students. The questionnaires were directed to students of the State and Municipal Public Schools of Fortaleza/CE. With the answers of the questionnaires in hands, it was possible to carry out the research and to propose possible solutions that would help on the assimilation of the syllabus by the students. This was made under the light of theories on concept formation, by stressing the difference between building and apprehending knowledge, following the ideas of Werneck. Also we took into account the process of construction and apprehension of knowledge according to Piaget and Vygotsky, and on the spiral approach of teaching and how it influences the process of learning. The results obtained were compared to the concepts of the aforementioned psychologists and related to the accepted physical concepts of mass, with the main goal of showing how we can perceive the performance of students in the learning process

Keywords: 1. Physics Teaching 2. Seizure Process 3. Public Schools 4. Elementary School 5. High School 6. Mass Concept

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	Como acontece o processo de construção e apreensão do conhecimento?	14
2.1.1	O processo de construção e apreensão do conhecimento segundo Piaget.....	14
2.1.2	O processo de construção e apreensão do conhecimento segundo Vygotsky	17
2.1.3	O ensino na forma espiral.....	22
2.2	Os PCNs	24
3	O CONCEITO DE MASSA.....	27
3.1	Conceitos de física - um breve comentário	27
3.2	Porque o conceito de massa?.....	28
3.3	Conceitos de massa	28
3.3.1	Massa Inercial.....	29
3.3.2	Massa gravitacional	31
3.3.3	Princípio de equivalência.....	33
3.3.4	Massa relativista e a relação massa-energia	37
4	METODOLOGIA	41
4.1	Tipo de pesquisa	41
4.2	Local e sujeitos da pesquisa	41
4.3	Questões éticas da pesquisa.....	42
4.4	Técnicas utilizadas para construção de dados	43
4.5	O campo	44
5	ANÁLISE DE DADOS E CONCLUSÕES	47
5.1	Análise de dados.....	47
5.2	Conclusão	93
	REFERÊNCIAS	95
	ANEXO.....	99
	ENTREVISTA REALIZADA COM O PROFESSOR DE CIÊNCIAS DA ESCOLA A DE ENSINO FUNDAMENTAL.	99
	ANEXO 2.....	103
	QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	103

1 INTRODUÇÃO

O processo de construção e apreensão do conhecimento, tem sido alvo de estudos e discussões ao longo dos anos. Porém, os termos construir e apreender tem significados semelhantes, mas não idênticos, o que pode gerar equívoco na compreensão de tais termos.

Etimologicamente, construir deriva do latim “construere”, está formada pela aglutinação dos verbetes “Com” (junto) + “Struere” (empilhar), que significa erigir, amontoar, empilhar, reunir, criar, erguer. Por sua vez, apreender origina-se do latim “apprehendere”, formada pela aglutinação de “Ad” (a, junto) + “prehendere” (pegar, agarrar). Desta forma, apreender possui etimologicamente o significado de confiscar, tomar posse. A palavra aprender possui a mesma origem da palavra apreender, significando metaforicamente “agarrar com a mente”. De acordo com o que nos diz o dicionário etimológico, a diferença entre os dois termos consiste em termos no primeiro caso a ideia de criação, o que denota aí a possível descoberta de novos saberes. No segundo, temos a ideia de tomar posse de algo pronto.

Werneck (2006, p.175), em seu artigo “*Sobre o processo de construção do conhecimento: O papel do ensino e da pesquisa*”, dentro do termo construção do conhecimento, deixa claro essa diferença:

O homem não “descobre” o conhecimento pronto na natureza, mas relaciona os dados dela recebidos constituindo os saberes. [...].Pode-se, portanto entender a construção do conhecimento como a constituição dos saberes que resulta da investigação filosófico-científica.

e ainda,

outra possibilidade de compreensão da idéia de “construção” do conhecimento refere-se apenas ao modo pelo qual cada um apreende a informação e aprende algum conteúdo. Neste caso, o sujeito não propriamente “constrói” o saber, somente apropria-se de um conhecimento já estabelecido.

Diante do exposto, o capítulo inicial desse trabalho se trata da introdução, como apresentado acima, e dedica-se a uma breve descrição dos capítulos que se seguem. O capítulo 2 é dedicado à fundamentação teórica, onde são abordados conceitos relativos ao processo de construção e apreensão do conhecimento sob a perspectiva de Piaget e Vygotsky, bem como uma implícita sugestão de técnica de ensino, através do método espiral e por fim o que diz a lei sobre o ensino de física na educação básica. O capítulo 3 trata do conceito chave que motivou esse trabalho e a forma como ele foi desenvolvido, o conceito de massa. O capítulo 4, fala da

metodologia aplicada à pesquisa, o espaço amostral e as técnicas utilizadas na construção de dados. O capítulo 5 traz a análise dos resultados obtidos, bem como discussões e comentários relacionados a essas análises e as conclusões obtidas em relação ao trabalho. O sexto e último capítulo se dedica a conclusões acerca da proposta apresentada, bem como observações que poder gerar perspectivas para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Como acontece o processo de construção e apreensão do conhecimento?

O cérebro é a ferramenta mais importante no que se refere a formação de conhecimento. É ele que codifica todas as informações do mundo que nos cerca, recebidas de forma desorganizada através dos cinco sentidos, cabendo ao mesmo organizar e estruturar essas informações para que ocorra a formação de conceitos.

Em função disso, discorreremos brevemente nos tópicos que seguem acerca do processo de construção e apreensão do conhecimento, dentro das perspectivas apresentadas por Piaget e Vygotsky, fazendo a seguir um pequeno paralelo com a abordagem espiral de ensino.

2.1.1 O processo de construção e apreensão do conhecimento segundo Piaget

Piaget desenvolveu uma teoria do conhecimento denominada Epistemologia Genética. Essa teoria não tinha o objetivo de estudar meios para melhor desenvolver a educação, mas o de realizar um estudo sobre o desenvolvimento do ser humano, desde seu nascimento até a vida adulta.

O que se propõe a epistemologia genética é pois pôr a descoberto as raízes das diversas variedades de conhecimento, desde as suas formas mais elementares, e seguir sua evolução até os níveis seguintes, até, inclusive, o pensamento científico. (PIAGET, 1971, p 130. Trad. Nathanael C. Caixeira.)

De acordo com Piaget, esse desenvolvimento está diretamente atrelado a dois fatores importantes: o fator biológico e, as interações do indivíduo com o meio físico e social.

O fator biológico diz respeito à herança genética. Ao nascer, o indivíduo recebe uma série de estruturas biológicas que permanecem constantes ao longo da vida. São essas estruturas que determinam a predisposição ao surgimento das estruturas mentais necessárias à compreensão de informações, essenciais ao processo de construção e apreensão do conhecimento.

Essas estruturas mentais geram aquilo que Piaget denomina por *esquema*, que constitui a unidade básica do pensamento humano, modificadas pelas interações do indivíduo com o meio físico e social ao longo do tempo, buscando sempre a adaptação do indivíduo ao mundo que o cerca. Dessa forma, pode-se dizer que a inteligência não é algo herdado geneticamente, mas construída através dos processos de interações do indivíduo com o meio no qual está

inserido.

Pode-se dizer ainda que, para Piaget, a inteligência funciona como um mecanismo de adaptação do ser a uma nova situação, o que implica em sucessivas construções de novas estruturas, ou seja, *“quanto maior for o nível de complexidade apresentado durante a interação do indivíduo com o meio, mais ‘inteligente’ será esse indivíduo”* (BELLO, 1995, grifo nosso). Isso nos mostra a relação de interdependência entre sujeito e objeto no processo de aprendizagem onde o objeto pode ser também uma abstração, como por exemplo conseguir diferenciar uma situação real de uma situação fictícia.

De acordo com a Epistemologia Genética de Piaget, a construção de conhecimento acontece através de ações físicas ou mentais, que geram desequilíbrio no ser. Essas ações geram desequilíbrio pelo fato de confrontarem o indivíduo com situações ainda desconhecidas, forçando-o a um processo interno de reflexão e utilização das suas estruturas internas para formar conhecimento. Desse desequilíbrio resulta a organização dos processos de assimilação, acomodação e equilibração, dentro dos quais observa-se dois tipos de abstrações: as empíricas e as reflexivas.

Esses processos, são vistos por estudiosos como os conceitos centrais da teoria Piagetiana (BELLO, 1995; MONTROYA, 2013), sem os quais seria improvável que se houvesse construção e apreensão de conhecimentos. Vejamos agora como ocorre a organização de tais processos.

A assimilação, é a forma como o ser epistêmico transforma o meio em que se encontra, comparando as novas informações a conhecimentos anteriores, buscando encontrar o equilíbrio entre esses dois fatores, a fim de solucionar determinadas situações ou problemas. Depois que o indivíduo recebe essa nova informação e passa pelo processo de assimilação, ocorre uma reestruturação dos esquemas de assimilação, promovendo a nova informação já reformulada ao posto de novo conhecimento, ocorrendo assim a acomodação. Vale salientar que, dentro da perspectiva de Piaget, esses esquemas de assimilação devem ser entendidos como a forma mental com que o indivíduo organiza intelectualmente o meio.

Os processos de assimilação e acomodação, são complementares entre si, de forma que não há aprendizagem se os esquemas de assimilação não sofrerem acomodação. A acomodação, deve ser entendida como a capacidade que o ser apresenta, de modificar suas estruturas mentais antigas, a fim de dominar um novo objeto de conhecimento.

A equilibração é entendida como a consequência geral do processo de desenvolvimento e de sucessivos resultados de reestruturação, ou seja, é o movimento transitivo entre um estágio e outro do desenvolvimento do ser epistêmico. Deste modo, é também o processo que ocorre

entre a assimilação e a acomodação.

A adaptação é o resultado de sucessivos processos de assimilação, equilíbrio e acomodação, que ocorrem a cada vez que o indivíduo interage com um meio, um objeto, uma situação; em outras palavras, com qualquer informação diferente da qual estava habituado.

Falemos agora sobre as abstrações empíricas e reflexivas. As abstrações empíricas são as informações que o indivíduo separa mentalmente do objeto de conhecimento. As abstrações reflexivas são informações que o indivíduo separa mentalmente, da ação dele sobre o objeto de conhecimento. Por exemplo: uma criança pega uma bolinha cor de rosa e diz que a bolinha é bonitinha. A expressão “bonitinha” nos diz que a criança gostou da cor da bolinha, mas não faz ainda associação de cores, então a mesma abstrai da bolinha a informação de que, a bolinha é “bonitinha”. Eis aí uma abstração empírica. Agora, a criança pega a mesma bolinha cor de rosa e tenta por dentro de um copo. A seguir ela diz: “Cabe não! Cabe não!”, ou seja, a ação da criança ao tentar pôr a bolinha dentro do copo a fez perceber que o diâmetro do copo era menor que o diâmetro da bolinha, assim ela abstrai da ação a seguinte informação: “cabe não!”. Aqui, observa-se uma abstração reflexiva.

Em resumo, para que ocorra a construção e apreensão do conhecimento, é necessário um ambiente que promova as condições necessárias para isso. O indivíduo precisa ser submetido a situações que desconstrua aquilo que ele já conhece, gerando assim um desequilíbrio e obrigando-o a fazer uma comparação da nova situação com as estruturas mentais já existentes, na busca do reequilíbrio de tais estruturas, gerando através dessa comparação uma modificação nas antigas estruturas mentais e a formação de novas, para depois acomodar o novo conhecimento e adaptar-se a uma nova situação. Como podemos ver, para que haja desenvolvimento cognitivo, é necessário que sejam sempre estabelecidos conflitos que desafiem o indivíduo, levando-o ao esforço de tentar superar tais conflitos e reestabelecer o equilíbrio do organismo.

Para Piaget, o desenvolvimento do indivíduo também acontece de acordo com certas etapas de desenvolvimento, visto que se faz necessário que o indivíduo tenha um certo grau de maturação para assimilar cada informação obtida ao longo da vida. Dessa forma, Piaget dividiu o desenvolvimento humano em quatro estágios nos quais os processos citados acima ocorrem em menor ou maior profundidade.

Não temos aqui a intenção de nos aprofundarmos ao falar sobre os estágios de desenvolvimento do indivíduo, queremos apenas mostrar brevemente a forma sequencial com que acontece a formação de conhecimento e indicar as fases de maturação vividas pelo ser biológico. Os estágios de desenvolvimento do indivíduo são:

- a) Sensório motor (de 0 a 2 anos): Caracterizado pela ausência da função semiótica. Os processos cognitivos ocorrem através da percepção e da ação.
- b) Pré operatório (de 2 a 6/7 anos): Essa fase pode ser subdividida em dois períodos: o período simbólico que ocorre de 2 a 4 anos e o período intuitivo que ocorre de 4 a 6/7 anos aproximadamente. No Período Simbólico ocorrem o surgimento da função semiótica, aquisição da linguagem, surgimento do desenho e da imitação como forma de representação. No Período Intuitivo se inicia a fase dos porquês, já distingue o real do imaginário, ainda não diferencia grandezas.
- c) Operatório concreto (de 7 a 11 anos): Tem por característica, o surgimento das noções de tempo, causalidade, conservação, peso, volume, substância..., e da diferenciação de grandezas.
- d) Operatório formal (de 12 anos em diante): Fase em que já ocorrem formulações de hipóteses, deduções e a construção de reflexões e teorias. É o ápice do desenvolvimento da inteligência.

Vale salientar que, para Piaget segundo MACEDO (1994),

“A aprendizagem refere-se a **aquisição** (grifo nosso) de uma resposta particular, aprendida em função da experiência, obtida de forma sistemática ou não. Enquanto que o desenvolvimento seria uma aprendizagem de fato, sendo este o responsável pela formação dos conhecimentos”. (MACEDO, 1994, *apud* ARGENTO, p. 2)

2.1.2 O processo de construção e apreensão do conhecimento segundo Vygotsky

Diferente de Piaget, Vygotsky deu uma atenção maior a educação, pois para ele, a escola é o local onde mais se desenvolve o pensamento e a linguagem, pontos centrais de seu estudo. Deste modo, ele defende que os processos de desenvolvimento e aprendizagem são complementares entre si, onde a aprendizagem inicialmente antecede o desenvolvimento ocorrendo através das relações sociais do indivíduo com o meio e com outros indivíduos mais capazes.

O problema da relação entre desenvolvimento e aprendizagem, para Vygotsky, era, em primeiro lugar, um problema teórico. Uma vez que, na sua teoria, a educação estava muito ligada ao desenvolvimento e que este ocorre no meio sociocultural real, suas análises recaem, diretamente, sobre a educação escolar (IVIC, 2010, p.30)

Vygotsky divide o desenvolvimento mental em dois eixos, ou fases: o desenvolvimento natural e o desenvolvimento artificial. O desenvolvimento natural está relacionado a maturação

biológica do organismo, enquanto o desenvolvimento artificial está relacionado a interação social e cultural. Para Vygotsky, ambos são complementares no processo de desenvolvimento mental.

Na primeira fase do desenvolvimento mental, o indivíduo entra em contato com o mundo através de reflexos inatos. A respiração, a fome, o frio e o excesso de luminosidade possivelmente são as primeiras sensações que o bebê experimenta ao nascer. Porém, a interação com as pessoas e com o meio ao seu redor, geram a evolução desses reflexos, de forma que a criança começa a reconhecer rostos, gostos, imitar pequenos gestos e posteriormente passa a imitar os adultos também na manipulação de objetos, evoluindo para o raciocínio prático.

Vygotsky (1991) cita que, “apesar de não levarem em consideração as mudanças que ocorrem na estrutura interna das operações intelectuais da criança, Shapiro e Gerke oferecem uma análise importante em se tratando do desenvolvimento do raciocínio prático em crianças quando afirmam”:

o raciocínio prático da criança apresenta alguns pontos semelhantes com o pensamento adulto, diferindo em outros, além de enfatizarem o papel dominante da experiência social no desenvolvimento humano. De acordo com sua visão, a experiência social exerce seu papel através do processo de imitação; quando a criança imita a forma pela qual o adulto usa instrumentos e manipula objetos ela está dominando o verdadeiro princípio envolvido numa atividade particular. Eles sugerem que as ações, quando repetidas, acumulam-se, umas sobre as outras sobrepondo-se como numa fotografia de exposição múltipla; os traços comuns tornam-se nítidos e as diferenças tornam-se borradas. O resultado é a cristalização de um esquema, um princípio definido de atividade. A criança, à medida que se torna mais experiente, adquire um número cada vez maior de modelos que ela compreende. Esses modelos representam um esquema cumulativo refinado de todas as ações similares, ao mesmo tempo que constituem um plano preliminar para vários tipos possíveis de ação a se realizarem no futuro. (VYGOTSKY, 1991, p. 18 e 19)

Essa fase do desenvolvimento humano, desde o nascimento até o início do desenvolvimento do raciocínio prático, mais ou menos a partir dos 6 meses de idade, constitui o pensamento pré-verbal, independente da fala. Como supracitado, é através dos cinco sentidos que inicialmente o indivíduo obtém as primeiras apreensões, porém, estas são apenas apreensões das propriedades mais básicas do conhecimento, que Vygotsky chama de funções psicológicas elementares, pois ainda não há o desenvolvimento do raciocínio intelectual.

O surgimento da fala e da linguagem marca uma etapa de grande importância para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo já que inicia o processo de transição entre as funções psicológicas elementares, de origem biológica, e as funções psicológicas superiores, de origem

sociocultural/mediada. É através da fala que se inicia a construção do pensamento lógico pois, para realizar uma determinada ação, a criança tende a primeiramente verbalizar para si a situação, essa verbalização aos poucos assume um caráter estratégico, na tentativa de chegar a realização do objetivo final. Vygotsky cita, que essa verbalização ou fala, seria a *fala egocêntrica de Piaget* (VYGOTSKY, 1991).

Para Vygotsky, a fala egocêntrica é diretamente proporcional a dificuldade do problema apresentado à criança, então quanto mais difícil o problema, maior a necessidade de fala. Porém, essa fala não é apenas a descrição do que as mesmas fazem, mas uma dependência entre fala e ação, onde se faz necessário à criança a verbalização da situação e das possibilidades de resolução do problema e, posteriormente, a ação da mesma direcionada para a solução desse mesmo problema. Isso fica claro quando ele diz que:

(2) Quanto mais complexa a ação exigida pela situação e menos direta a solução, maior a importância que a fala adquire na operação como um todo. As vezes a fala adquire uma importância tão vital que, se não for permitido seu uso, as crianças pequenas não são capazes de resolver a situação. (VYGOTSKY, 2001, p. 21)

A medida que o indivíduo utiliza a fala egocêntrica, este vai evoluindo e aos poucos, a fala egocêntrica se transforma em fala interior, onde vemos o surgimento do pensamento. A fala egocêntrica e a fala interior são linguagens de si para si que apresentam função semelhante, a de organizar a construção do pensamento. Porém, e respectivamente, uma se manifesta de forma vocalizada, muitas vezes funcionando como fala social primária, e a outra tem por característica o silêncio, pois ocorre na dimensão do pensamento. Nessa fase, observa-se a fusão entre o pensamento e a linguagem tratados anteriormente de forma separada. A fala egocêntrica também deve ser vista como um processo transitivo entre a fala interior e exterior como o próprio Vygotsky cita:

a fala egocêntrica das crianças deve ser vista como uma forma de transição entre a fala exterior a interior. Funcionalmente, a fala egocêntrica é a base para a fala interior, enquanto que na sua forma externa está incluída na fala comunicativa. (VYGOTSKY, 2001, p. 22).

A partir dessa fusão entre pensamento e linguagem, e da interação com adultos, o indivíduo passa a desenvolver suas funções psicológicas superiores: *atenção voluntária, memória lógica, pensamento verbal e conceptual, emoções complexas, etc.* (IVIC, 2010).

Observa-se então, que o desenvolvimento da linguagem e da fala, e a construção de pensamento, são primordiais para que o indivíduo construa conhecimento. Porém, um dos

pontos principais da teoria de Vygotsky e, que parece ser o mais importante, é o que ele chama de Zona de Desenvolvimento Proximal. A Zona de Desenvolvimento Proximal se caracteriza pela distância entre o que a criança já consegue realizar de forma autônoma e o que ela ainda não consegue realizar sozinha, mas tem o potencial de aprender com a ajuda de alguém mais capaz. Nas palavras de Ivic,

Esta zona é definida como a diferença (expressa em unidades de tempo) entre os desempenhos da criança por si própria e os desempenhos da mesma criança trabalhando em colaboração e com a assistência de um adulto. Por exemplo, duas crianças têm sucesso nos testes de uma escala psicométrica correspondente à idade de 8 anos; mas, com uma ajuda estandarizada, a primeira não alcança senão o nível de 9 anos, enquanto a segunda atinge o nível de 12; enquanto a zona proximal da primeira é de um ano a da outra é de quatro anos. (IVIC, 2010, p. 32)

Por que parece ser o ponto mais importante? Vygotsky não cita diretamente a Zona de Desenvolvimento Proximal na fase pré-verbal, dado que ela é melhor analisada na fase escolar. Porém, de acordo com sua teoria pode-se dizer que a instrução, ou aprendizagem, antecede o desenvolvimento pois, ao nascer, o indivíduo tem somente a carga biológica a seu favor. Desse modo, é necessário haver interação social para que haja desenvolvimento, sendo indiretamente a Zona de Desenvolvimento Proximal, o “espaço” onde ocorrem essas interações. Como o próprio Vygotsky cita no trecho a seguir, há uma instrução antes da instrução escolar:

No fim de contas a instrução não começa na escola. Os futuros investigadores podem muito bem descobrir que os conceitos espontâneos das crianças são produto da instrução pré-escolar, tal como os conceitos científicos são produto da instrução escolar. (VYGOTSKY, 2001, p. 116)

É através das apreensões das propriedades básicas do conhecimento que o indivíduo se desenvolve, ou seja, a instrução ou aprendizado, induz o desenvolvimento. O contrário também é verdadeiro, de modo que aprendizagem e desenvolvimento são situações complementares e reversas. Ivic cita que, de acordo com a análise de Vygotsky sobre as relações entre desenvolvimento e aprendizagem, a aprendizagem aparece como um reforço ao processo natural de desenvolvimento, como mostra o trecho que segue:

A análise de Vygotsky sobre as relações entre desenvolvimento e aprendizagem, no caso da aquisição da linguagem, nos conduz a definir o primeiro modelo de desenvolvimento: em um processo natural de desenvolvimento, a aprendizagem aparece como um meio de reforçar esse processo natural, pondo à sua disposição os instrumentos criados pela cultura que ampliam as possibilidades naturais do indivíduo e re-estruturam suas funções mentais. (IVIC, 2010, p. 19)

Dessa forma, a Zona de Desenvolvimento Proximal está implícita desde o nascimento do indivíduo, onde as relações e estímulos primários são guiados de forma intuitiva pelos pais, e segue aparecendo com mais ênfase e, de maneira planejada, na educação escolar. Ivic reforça essa ideia quando diz que,

Segundo as indicações empíricas disponíveis, muitos pais orientam espontaneamente suas intervenções pedagógicas precisamente para a zona proximal (Ignjatovic *et. al.*). Levando-se em consideração a tese de Vygotsky, que ele repetiu inúmeras vezes, de que a educação deve ser orientada mais para a zona proximal, na qual a criança faz experiências de seus encontros com a cultura, apoiada por um adulto – primeiramente, no papel de parceiro nas construções comuns, depois, como organizador da aprendizagem –, a educação escolar poderia ser considerada como um meio poderoso de reforço do desenvolvimento natural, ou como uma fonte relativamente independente. (IVIC, 2010, p. 33)

O estudo da Zona de desenvolvimento Proximal mostra que Vygotsky teve a preocupação de analisar desenvolvimento e aprendizagem, pautados nos processos utilizados e nas potencialidades dos indivíduos, e não nos resultados, como mostra o texto a seguir.

Trata-se de estudar a dinâmica do processo de desenvolvimento (não mais fundamentado nos resultados já obtidos) e as capacidades das crianças (normais ou deficientes), a fim de se obter o máximo aproveitamento da colaboração e do ensino oferecidos. (IVIC, 2010, p. 33)

Assim, a educação escolar é o que Vygotsky chamou de desenvolvimento artificial, ou seja, seria a instrução passada de forma organizada e sistemática, se utilizando de técnicas e estudos a fim de se obter uma maior excelência no desenvolvimento cognitivo. Nas palavras de Vygotsky:

A educação pode ser definida como sendo o desenvolvimento artificial da criança. [...] A educação não se limita somente ao fato de influenciar o processo de desenvolvimento, mas ela reestrutura de maneira fundamental todas as funções do comportamento (VYGOTSKY, 1982-1984, v. I, p. 107, apud IVIC, 2010, p. 24).

Vygotsky acreditava no desenvolvimento através da mediação e da interação sociocultural, e talvez por esse motivo tenha dado tanta importância aos processos de desenvolvimento e a educação escolar. Aos olhos dele, era necessário que houvesse uma conexão entre o sujeito que ensina e o sujeito que aprende, exatamente na Zona Proximal, já que essa Zona é vista por ele como o local das funções que ainda não estão amadurecidas, mas que, com o estímulo e a ajuda de alguém mais capaz, os pais, um colega, um professor, é possível atingir níveis maiores de desenvolvimento de forma contínua.

Para ele, o melhor local onde isso poderia acontecer é a escola, onde centrou a maior parte de seus estudos. Finalmente e com as palavras de IVIC,

Nenhuma teoria psicológica do desenvolvimento confere tanta importância à educação quanto a de Vygotsky. Para ele, a educação não tem nada de externo ao desenvolvimento: “A escola é o lugar mesmo da psicologia, porque é o lugar das aprendizagens e da gênese das funções psíquicas”, escreveu acertadamente J.-P. Bronckart (ver Schneuwly; Bronckart, 1985). É por isso que esta teoria poderia ser eficientemente empregada para melhor compreender os fenômenos educativos – sobretudo seu papel no desenvolvimento –, para estimular pesquisas pedagógicas e para se tentar aplicações práticas. (IVIC, 2010, p. 26).

2.1.3 O ensino na forma espiral

A pesquisa acerca dos processos de construção cognitivas iniciadas no século XX (LIMA, 2016) levaram a uma busca por inovações nas práticas pedagógicas, ou seja, a tentativa de melhorar os métodos e técnicas de ensino. Como reflexo dessa busca pelo desenvolvimento de novas técnicas e porventura um novo currículo educacional, surgiu a ideia de espiral, reconhecido de forma mais influente em 1960 por Jerome Bruner (RAINE, 2017). De acordo com Bruner, “*um currículo, à medida que se desenvolve, deve visitar repetidamente essas idéias básicas, construindo sobre elas até que o aluno tenha compreendido todo o aparato formal que as acompanha*”. (BRUNER, 2003, p. 13, tradução livre). Dessa forma, um currículo desenvolvido a partir da ideia de espiral, consiste em um sequenciamento dos conteúdos a serem estudados ao longo dos anos, de forma que os assuntos anteriores sejam sempre revisitados, fazendo a ligação entre conceitos e definições anteriores.

Além de se pensar em como dividir conteúdos de forma que os mesmos se complementem, há também a forma de como abordá-los. De acordo com Denker (2014), a forma tradicional de abordagem pedagógica, não seria exatamente a forma como um indivíduo aprende, pois de acordo com esse método, espera-se que um aluno tenha o domínio de determinado assunto antes de se iniciar um novo assunto. Isso parece gerar um grande volume de informação em um curto espaço de tempo, onde espera-se que os indivíduos dominem essas informações no tempo que lhes é dado. Porém, na maioria das vezes, esse tempo parece insuficiente para que suas mentes acomodem tais informações. Isso lembra uma frase bastante citada por professores em sala de aula: “Matéria dada, é matéria estudada”. Essa frase reflete exatamente essa forma de abordagem tradicional, onde normalmente não se revisita o conteúdo e o professor considera que se um determinado assunto foi visto em ano anterior, já foi aprendido e, portanto, não deve ser abordado novamente.

De acordo com pesquisas realizadas por pesquisadores da Universidade de Chicago, o método de ensino onde há exposição em massa de informações, pode funcionar a curto prazo, mas a longo prazo não há uma aprendizagem satisfatória (THE UNIVERSITY CHICAGO-SCHOOL MATHEMATICS PROJCT, 2018), tendo em vista o esquecimento por parte do corpo discente, muitas vezes não percebido com exatidão por não haver revisitas de conteúdos. Ebbinghaus (1913) foi um dos pioneiros em estudos relativos à memória, chegando à conclusão de que a mente perde informações exponencialmente com o tempo, quando as mesmas não forem revisitadas. Ebbinghaus chamou a projeção do esquecimento em função do tempo de curva do esquecimento. Logicamente, o estudo de Ebbinghaus se mostrou limitado, visto que o mesmo consistia na análise da retenção de informações que não faziam sentido, com a memorização de sequências de sílabas aleatórias. Estudos posteriores ao de Ebbinghaus chegaram a uma taxa de esquecimento aproximada através da medida da capacidade que a memória tem de recuperar informações em função da estabilidade da memória e do tempo decorrido (WOZNIAK, GORZELANCZYK e MURAKOWSKI; 1995). Apesar de não fazer uma análise sobre o grau de importância das informações a qual os indivíduos são submetidos em função da retenção de informações, uma repetição da experiência de Ebbinghaus foi realizada por integrantes da Universidade de Amsterdã, na Holanda, tendo resultados semelhantes aos resultados obtidos por Ebbinghaus (MURRE, 2015). O que apesar de não ser um estudo completo, demonstra a generalidade da teoria.

Pontuar sobre a curva de esquecimento mostra que é fato que as informações se perdem ao longo do tempo, e que essa característica é de interesse da comunidade científica, tendo em vista os estudos sobre o assunto desde o século XIX. Assim, se há uma preocupação em como um indivíduo aprende e retém conhecimento, porque não se preocupar também com a perda desse conhecimento ao longo do tempo? Dessa forma, abordagem espiral pode significar uma boa estratégia ao tentar melhorar a memória de longo prazo e assim, ocasionar progresso no desenvolvimento cognitivo esperado.

De acordo com Denker, a abordagem espiral pode ser vista da seguinte forma:

Aprenda algumas ideias aproximadas, depois faça uma espiral de volta, fazendo conexões entre as ideias. Em seguida, continue voltando de novo e de novo, gradualmente adicionando novas ideias, refinando as ideias e fazendo mais conexões, verificando de que maneira cada ideia é consistente (ou inconsistente!) com as outras. (DENKER, 2014, tradução livre).

Ou seja, esse tipo de abordagem consiste em realizar um ciclo de estudos, planejando refazer o ciclo sempre em nível crescente de complexidade, acrescentando novas informações,

relacionando-as com diferentes ideias, refinando-as sucessivamente. Outra característica interessante da abordagem espiral citada por Denker (2014), é o fato de que esse tipo de abordagem não exige que o indivíduo domine totalmente um determinado assunto para iniciar outro, pois um conceito importante aparecerá novamente em estudos posteriores.

Traçando um paralelo do ensino em espiral com as ideias de Piaget e Vygotsky, pode-se observar que a construção cognitiva de Piaget acontece dentro do ciclo assimilação-acomodação-equilíbrio, passando a ideia de não haver evolução. Porém, para Piaget, a cada novo desequilíbrio cognitivo, o indivíduo passa pelo ciclo chegando posteriormente a um novo ponto de equilíbrio melhorado, que ele chamou de equilíbrio majorante, ou seja, os processos de construção cognitivas devem ocorrer de forma que, a cada equilíbrio, a mesma ocorra sempre em um nível superior.

Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo se dá na Zona de desenvolvimento proximal, de forma que a construção parte de um ponto onde o indivíduo tem alguma autonomia, para um ponto onde ele só consegue realizar algo com a ajuda de alguém mais capaz. Porém, através dessa mediação, ocorre o desenvolvimento e o indivíduo volta ao ponto inicial, onde consegue realizar sozinho aquilo que não conseguia. Essa também é uma ideia de ciclo, onde há desenvolvimento, pois ocorrendo aprendizado na zona proximal, ocorre desenvolvimento, que gera mais aprendizado e assim sucessivamente. Assim, observa-se que a ideia de espiral já se encontrava implícita nas ideias desses teóricos.

Em resumo, a espiral da aprendizagem, consiste em uma forma de sequenciamento de currículo, aliado a uma forma de abordar esse currículo em sala de aula, visando a revisita de conteúdos em níveis cada vez mais complexos, ao longo das aulas e ao longo dos anos. Dessa forma, é possível analisar no processo ensino/aprendizagem a evolução das ideias dos alunos ao longo dos anos, bem como a aprendizagem de longo prazo. Também é amplamente utilizada na área de informática (VALENTE, 2005), seja na informática educativa ou no desenvolvimento de projetos.

2.2 Os PCNs

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), criado nos anos 90, tem a finalidade de auxiliar o docente atuando no ensino fundamental e médio em sua atividade pedagógica na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9394/96), introduzindo relações interdisciplinares, culturais, históricas e filosóficas, padronizando os aspectos fundamentais das disciplinas e visando melhorias na qualidade de ensino.

O ensino de Física, incluso nas Ciências Naturais, junto com Química e Biologia, tornou-se obrigatório no ensino fundamental em 1971, a qual tinha como objetivo principal a competência de ensinar o aluno a analisar e compreender questionamentos de fenômenos da natureza e suas evoluções, apresentando conceitos básicos e contribuindo no desenvolvimento e formação do senso crítico, e assim, na construção do próprio conhecimento.

Considerando as dificuldades e desafios diários presentes na construção dos conhecimentos e nas práticas pedagógicas, os PCNs manifestam uma sistemática que busca caracterizar a construção do processo de ensino/aprendizagem, tornando o ensino em todo o país padronizado, respeitando as singularidades regionais e culturais, orientando os profissionais da área da educação nos artifícios utilizados em sala de aula.

Segundo Moreira (1999), o ensino de ciências tem como propósito não só a construção de conceitos, leis e teorias científicas, abordando os aspectos históricos, epistemológicos, socioculturais das ciências, mas também a idealização do “*Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida*” (PCN – Ciências Naturais, 1997, p. 31);

A manifestação sobre a Física no ensino de ciência apresentado nos PCNs é dividida em quatro ciclos. O primeiro ciclo engloba a 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Fundamental I. O segundo ciclo abrange a 4ª e 5ª série do Ensino Fundamental I. O terceiro ciclo compreende a 6ª e 7ª série do Ensino Fundamental II. O quarto ciclo a 8ª e 9ª série do Ensino Fundamental II.

A interdisciplinaridade das Ciências Naturais compreende um conjunto dos principais conceitos sobre os temas da Física, Química e Biologia, transmitido em uma configuração geral e facilitada para os alunos. A Física torna-se evidente a partir do terceiro ciclo, com a abordagem de alguns conceitos de Astronomia e Termodinâmica agregados aos assuntos de "Vida e Ambiente", e temas do segundo ciclo revistos de forma mais aprofundada e adaptada à idade dos alunos, interligando conceitos da física com outros assuntos.

No quarto ciclo é trabalhado assuntos a respeito de "Terra e Universo" nos quais os temas sobre Astronomia são abordados novamente focando em outros fenômenos, além de assuntos relacionados, aspectos históricos, aprofundando ideias sobre fenômenos relacionados à luz, à água, à energia e à força de gravidade.

No Ensino Médio, a Física é idealizada na seguinte sistematização de temas:

- 1 - Movimentos: variações e conservações;
- 2 - Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia;
- 3 - Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações;
- 4 - Som, Imagem e Informação;

5 - Matéria e Radiação;

6 - Universo, Terra e Vida;

Os temas apresentados são divididos ao longo dos 3 anos, sendo desenvolvidos e abordados de forma mais direta em relação à disciplina de Física e se mostram relevantes ao processo de construção do conhecimento do mundo. Tais temas são inter-relacionados e complementam-se em suas interações, sendo então incompletos se vistos isoladamente. Em sua maioria, são apresentados e trabalhados um tema por semestre letivo.

3 O CONCEITO DE MASSA

3.1 Conceitos de física - um breve comentário

Em Física, conceito e definição são ideias que diferem por uma linha muito tênue. Normalmente as duas ideias se confundem, visto que alguns conceitos físicos são precisamente definidos, e por não ser comum os livros didáticos tratarem o contexto histórico da formação de conceitos com grande importância.

Na tentativa de mostrar a diferença entre as duas ideias, recorreremos mais uma vez à etimologia, dessa forma, a palavra conceito deriva do latim, “conceptio” que significa compreensão, derivado de “concipere”, formado pela aglutinação dos verbetes com (junto) + capere (tomar, pegar, segurar), que juntos significam pegar e manter firme, podendo assumir o sentido de pegar mentalmente, entender. Por sua vez, definir que também deriva do latim “definire”, formado por de (completamente) + finis (limite, fim), que juntos significam explicar, limitar, determinar. Assim, a diferença entre conceito e definição consiste em que, no primeiro, tem-se a compreensão do que seria a essência de algo, sem necessariamente definir com palavras exatamente o que é essa essência. No segundo, a essência compreendida pode atingir um grau de certeza, dando condições para uma definição precisa, gerando assim uma delimitação para o que é o entendimento de tal essência. É como se o segundo fosse a evolução do primeiro.

Não se quer aqui difundir a ideia de que um conceito é apenas um aglomerado de achismos ou opiniões geradas intuitivamente, ao contrário, um conceito científico é formado ao longo de anos de estudos e descobertas, tendo um caráter histórico para sua formação, sendo fruto de teorias já testadas, tendo sido confirmadas ou refutadas.

De acordo com Jammer (2011), há uma séria de dificuldade ao se estudar o desenvolvimento dos conceitos físicos, como segue:

Quando se estuda o desenvolvimento dos conceitos científicos, uma séria dificuldade reside no caráter intrinsecamente impreciso das definições. Essa complicação provém do fato de tais conceitos só encontrarem especificação rigorosa mediante uma definição científica exata. Mas essa definição, do ponto de vista histórico, é uma etapa bastante tardia e avançada de seu desenvolvimento. Limitar a discussão aos conceitos assim definidos significa ignorar uma parte fundamental de sua história. (JAMMER, 2011, p. 21 e 22)

Assim, é importante o estudo do conceito a partir da sua natureza, não do seu fim último, dado a construção histórica na sua formação. A seguir, discorreremos sobre os conceitos de massa abordado no questionário aplicado nesta pesquisa, trazendo os conceitos definidos

quando possível, senão, a essência da compreensão do conceito.

3.2 Porque o conceito de massa?

O conceito de massa é uma das ideias mais fundamentais da física. Historicamente falando, ele é discutido de forma implícita desde a Idade Antiga e, passa a ser discutido de forma direta com o desenvolvimento analítico das leis de Newton. A noção de massa é abstrata, presente em praticamente todas as subdivisões da física e é por vezes confundida com a ideia de peso.

A motivação de fazer esse estudo em função de conceitos de massa, se iniciou durante as aulas de física moderna, quando o professor falou em sala de aula sobre o momento do fóton. Logicamente pensei: momento do fóton?! Mas fóton não tem massa, como pode ter momento?! Então busquei a explicação do que seria a massa, fiz um retorno a mecânica buscando comparações, e cheguei à conclusão de não saber o que era a massa. Ficou claro que até então eu tratava a massa não como um conceito a ser compreendido, mas como um mero aparato matemático que se fazia necessário a explicação de outros conceitos físicos, e que minha ideia de massa se limitava ao que o livro dizia, a medida de inércia de um corpo, e que essa ideia se confundia com a ideia de peso. Então tomando como questionamento pessoal, o título do artigo de Bassalo (2016) vem a pergunta: “*Afinal: o que é massa?*”. Em função dessa, surgiu outra pergunta, que inclusive, é a pergunta base que motiva este trabalho: como esse conceito é construído no ensino básico?

Tentaremos elucidar essas duas questões a partir do tópico que segue, através de construção histórica e sem rigor matemático.

3.3 Conceitos de massa

A ideia de massa não surgiu exatamente com essa definição, mas a busca pela sua compreensão se dá desde a Idade Antiga, quando os ditos filósofos da época não faziam distinção entre massa e peso de um corpo. Ambos eram considerados conceitos idênticos. Entretanto, havia entre esses filósofos a incerteza da analogia dessas ideias, e por esse motivo utilizavam também o termo *grave* (do latim: *gravitas*, que significa peso) que se caracterizava como a propriedade de um corpo manifestar “peso” quando se encontrava em movimento. Além disso, eles demonstravam interesse não só em conhecer os elementos primordiais que compunham a natureza (terra, fogo, água e ar), mas também em como se dava o movimento

dos mesmo em torno do que hoje conhecemos como campo gravitacional terrestre. (BASSALO, 2016)

Como podemos observar, a ideia de peso é anterior a ideia de massa, sendo até citada na Bíblia. Em alguns trechos bíblicos, como Deuteronômio 25:13, Levítico 19:36, Provérbios 20:10, entre outros, o termo peso aparece, porém, o contexto de que trata o termo, nos leva a força de atração gravitacional e conseqüentemente a ideia de massa gravitacional, de que trataremos posteriormente.

3.3.1 Massa Inercial

Apesar de ser um conceito fundamental na Física, o termo massa só surge com Galileu Galilei, porém, sua utilização tinha apenas o sentido de coisa ou matéria. O termo massa só veio a ser usado sistematicamente com Isaac Newton em seu “Principia”, descrevendo a massa como “*quantitas materie*” ou, quantidade de matéria. A quantidade de matéria como ele descrevia a massa, era definida pelo produto entre densidade e volume e logo foi considerada inadequada, pois a densidade é definida a partir da massa, o que torna esse um conceito circular (JAMMER, 2000).

Newton associou a massa ao que hoje conhecemos como primeira lei do movimento - Inércia (VALADARES, 1993) - porém, foi através da sua segunda lei do movimento, já na formulação de Euler, $F = ma$, onde a massa apareceu como um fator de proporcionalidade entre força e aceleração (JAMMER, 2000). Então, através da mesma formulação, podemos medir a inércia de um corpo, se definirmos a massa como o quociente entre o módulo da força aplicada e o módulo da aceleração resultante da aplicação dessa força, $m = F/a$ (VALADARES, 1993). A essa massa, podemos chamar massa inercial e, seguindo Jammer, usaremos a notação m_i . Ao considerar a equação de Euler, encontra-se o seguinte problema: força e massa tem uma relação de dependência na definição, de modo que um não pode ser definido sem o outro, tornando esse conceito também circular.

A ideia de massa inercial não é a mesma ideia de massa gravitacional, como os antigos pensavam. A massa inercial se refere a uma resistência ao movimento de um corpo, se o mesmo se encontrar em repouso, ou ainda, a uma resistência a mudança de velocidade devido a ação de alguma força, se o mesmo se encontrar em movimento. A massa gravitacional está relacionada ao comportamento de queda livre demonstrado pelos corpos. De acordo com Jammer (2000), a massa gravitacional pode ter duas vertentes: a massa gravitacional ativa, denotada por m_a , e a massa gravitacional passiva, denotada por m_p . A massa gravitacional

ativa pode ser definida como a medida que ajuda na determinação da força de um campo gravitacional produzido por um corpo, e a massa gravitacional passiva definida como a medida de propensão de um corpo ao reagir a um campo gravitacional.

Com a evolução da mecânica Newtoniana, vários conceitos acerca da massa inercial surgiram, como a massa longitudinal, massa transversal, e, anterior a Einstein, surgiram ainda a massa maupertuisiana, a massa cinética, entre outras; cada uma correspondendo a um aspecto diferente relacionado a inércia. O mais importante é que todas as medições feitas a baixas velocidades comparadas a velocidade da luz, chegam sempre a um mesmo valor. (VALADARES, 1993).

Enfim, todo o estudo e solidez acerca da Mecânica Newtoniana fez com que a maioria dos físicos do século XIX chegassem a conclusão de que não se teria muito mais a fazer em relação a essas teorias, porém, Ernest Mach, físico e filósofo austríaco criticou as concepções de Newton em relação ao tempo e ao espaço, pois defendia uma relação de dependência entre os fenômenos (VALADARES, 1993; JAMMER, 2000; BASSALO, 2016), e sobre a definição de massa de Newton, fez a seguinte declaração:

No que se refere ao conceito de " massa ", deve-se observar que a formulação de Newton, que define a massa como a quantidade de matéria de um corpo medida pelo produto de seu volume e densidade, é infeliz. Como só podemos definir a densidade como a massa de uma unidade de volume, o círculo é manifesto. (JAMMER, 2000, p.11, tradução livre)

Então, a fim de evitar um círculo vicioso, Mach propôs que, ao aplicar uma interação dinâmica entre dois corpos A e B , esses corpos produzem um ao outras acelerações opostas e na mesma direção. Assim, segundo Jammer (2000), teríamos de acordo com a terceira lei de Newton a força exercida sobre A por B , F_{AB} , e a força exercida sobre B por A , F_{BA} , onde a_{AB} seria a aceleração em A produzida por B , e a_{BA} a aceleração em B produzida por A , m_a seria a massa do corpo A e m_b seria a massa do corpo B . Utilizando a segunda lei de Newton, teríamos

$$F_{AB} = m_a a_{AB} \quad (I) \quad e \quad F_{BA} = m_b a_{BA} \quad (II), \quad onde \quad F_{AB} = - F_{BA} \quad (III).$$

Se relacionarmos (I) e (II) com a equação (III) obteremos

$$m_a a_{AB} = -m_b a_{BA} \quad (IV) \quad que \quad implica \quad em \quad \frac{m_a}{m_b} = -\frac{a_{BA}}{a_{AB}} \quad (V),$$

onde a razão $-\frac{a_{BA}}{a_{AB}}$ seria considerado uma constante escalar positiva independente da posição e do movimento dos corpos, e a razão $\frac{m_a}{m_b}$ ficou definida como razão de massa, que ele denominou $m_{A/B}$. Dessa forma, para se determinar a massa de um dos corpos, bastava assumir uma das massas como unidade de massa padrão ($m_b=1$), e a outra seria determinada pela razão de massa $m_{A/B} = -\frac{a_{BA}}{a_{AB}}$.

Assim, Jammer cita que “*a definição operacional de Mach é uma definição de massas inerciais*” (JAMMER, 2000, p. 12, tradução livre), tendo em vista sua determinação por meio do caráter relacional de ambas através das leis de Newton.

3.3.2 Massa gravitacional

O contexto de massa gravitacional, nos leva a lembrar brevemente de Aristóteles que afirmava que os objetos deveriam cair com uma rapidez proporcional a seus pesos: quanto mais pesado o objeto, mais rápido deve cair. Essa ideia aristotélica sobre a queda dos corpos, foi derrubada entre os séculos XVI e XVII por Galileu, quando o mesmo comprovou através de suas experiências na Torre de Pisa (a história sobre os experimentos na referida Torre são famosos, mas não se sabe da autenticidade da história), que corpos de diferentes pesos, soltos ao mesmo tempo e de uma mesma altura, chegavam juntos ao solo (HEWITT, 2002), embora Jammer (2000) tenha citado sobre a possibilidade de que os predecessores imediatos de Galileu o tenham antecipado.

Um pouco mais tarde, Newton ao observar a queda de uma maçã, desenvolveu questionamentos que o levaram a formular a Lei da Gravitação Universal, que basicamente nos diz que “*matéria atrai matéria na razão direta do produto entre suas massas gravitacionais e na razão inversa do quadrado da distância que as separa*” (PEREIRA, 2000), onde o termo massa gravitacional é o objeto de nosso interesse.

O termo massa gravitacional, surgiu do questionamento: De onde vem esse poder de atração entre os corpos? Dessa forma, Newton atribuiu uma “carga gravitacional” aos corpos, a fim de justificar essa força de atração, dando um caráter de proporcionalidade a essa carga, ou seja, a força gravitacional deveria ser proporcional a essa carga, e mais tarde foi atribuído a ela o termo de “massa gravitacional” (PEREIRA, 2000).

Mas o que seria essa massa gravitacional? Como supracitado, ela se refere ao comportamento gravitacional que os corpos apresentam. Segundo Jammer,

Como cada corpo é uma fonte de um campo gravitacional e por sua vez é

afetado por ele, (...) atribuir a todo corpo, além de sua massa inercial m_i , uma massa gravitacional ativa m_a , que especifica o papel do corpo como fonte de um campo gravitacional, e uma massa gravitacional passiva m_p , que especifica a suscetibilidade do corpo a ser afetado por esse campo. Em muitos aspectos, m_a e m_p podem ser concebidos como análogos gravitacionais de cargas elétricas e, portanto, são por vezes referidos como "cargas gravitacionais". (JAMMER, 2000, p. 90, tradução livre)

De acordo com Jammer (2000), havia uma confusão generalizada entre físicos e filósofos acerca das concepções entre massa e peso. O próprio Newton, que desenvolveu a teoria da gravitação, nunca chegou a considerar o peso como o produto entre uma massa gravitacional e a aceleração da gravidade, e até o final do século XVIII ainda não se havia destacado essas diferenças. Não se sabe ao certo quem usou pela primeira vez o termo massa gravitacional, mas de acordo com registros, o termo veio a aparecer em uma convenção da Sociedade Italiana de Física em 1907, e em 1957 Herman Bondi, matemático e cosmologista austro-britânico ao publicar sobre a tricotomia da massa se refere aos termos massa gravitacional ativa e passiva:

Nós podemos distinguir entre três tipos de massa de acordo com a medição pela qual ela é definida: massa gravitacional inercial, gravitacional passiva e massa gravitacional ativa. Massa inercial é a quantidade que entra (e é definida pela) segunda lei de Newton (uma força independente da massa - digamos, de natureza eletromagnética - tem que ser usada aqui); massa gravitacional passiva é a massa sobre a qual o campo gravitacional atua, (...) a massa gravitacional ativa é a massa que é a fonte dos campos gravitacionais (...) (JAMMER, 2000, p. 92, tradução livre).

Dessa forma a massa gravitacional seria uma dicotomia, onde há diferentes reações sobre corpos sujeitos a um mesmo tipo de força. Utilizando-nos das ideias de Nussenzveig (2002), vamos escrever a equação que define a Força de atração gravitacional em termo de m_a e m_p ,

$$F_{2(1)} = -G \frac{m_a m_p}{d_{12}^2} \quad (V),$$

onde $F_{2(1)}$ é a força gravitacional exercida pelo corpo 1 no corpo 2, m_a é a massa gravitacional ativa do corpo 1, m_p é a massa gravitacional passiva do corpo 2, d_{12} é a distância entre os dois corpos e G é a constante gravitacional.

Se cada corpo é fonte de campo gravitacional, então podemos reescrever (V) como a força gravitacional exercida pelo corpo 2 no corpo 1, denotada por $F_{1(2)}$, assim

$$F_{1(2)} = -G \frac{m_p m_a}{d_{21}^2} \quad (VI),$$

onde $d_{21} = -d_{12}$. Utilizando a ideia de Mach para definir massa inercial, aplicamos a terceira lei de Newton para (V) e (VI), veremos que $F_{2(1)} = -F_{1(2)}$, então

$$-G \frac{m_a m_p}{d_{12}^2} = -G \frac{m_p m_a}{d_{21}^2} \quad (VII).$$

Como G e d são valores constantes, podemos reescrever (VII) da seguinte forma:

$$m_a m_p = m_p m_a \left\{ \frac{m_a}{m_p} = \frac{m_a}{m_p} \right. \quad (VIII).$$

De acordo com Nussenzveig isso nos mostra que

A razão da massa gravitacional ativa à massa gravitacional passiva é a mesma para quaisquer corpos. Logo, é uma constante universal, que podemos tomar = 1 sem restrição de generalidade. Obtemos assim uma única quantidade m_g que é a massa gravitacional. (NUSSENZVEIG, 2002, p. 306)

3.3.3 Princípio de equivalência

É certo que houveram muitas discussões acerca da natureza demonstrada entre m_g e m_i . Pela segunda lei de Newton, pode-se encontrar uma massa que se opõe a uma mudança no estado de movimento, e pela Lei da atração gravitacional pode-se encontrar uma massa que gera um campo gravitacional, e que atua permanentemente. Se a segunda Lei de Newton pode por analogia descrever qualquer força, inclusive a de origem gravitacional, como resolver esse problema, se suas respectivas massas apresentam características diferentes?

Vamos comparar novamente a segunda lei de Newton com a Lei de atração gravitacional, dessa vez escrevendo a segunda em termos de m_g , e considerando F_g a força que atua em um corpo em queda livre na vizinhança da superfície da terra (NUSSENZVEIG, 2002).

Assim,

$$F_g = \frac{GM_g}{r^2} m_g \quad e \quad F = m_i a,$$

onde M_g é a massa gravitacional da Terra, r é a distância entre o centro da terra e o corpo em queda livre e m_g é a massa gravitacional do referido corpo. A razão $\frac{GM_g}{r^2}$ é um valor constante

que vamos chamar de K . Se a segunda lei de Newton pode descrever qualquer força, então podemos igualar as duas equações de forma que obteremos

$$F_g = F \rightarrow Km_g = m_i a$$

Assim

$$a = K \frac{m_g}{m_i},$$

onde a é a aceleração do corpo em queda livre. Se todos os corpos em queda livre, caem com a mesma aceleração, então a razão $\frac{m_g}{m_i}$ tem que ser constante, de forma que, se houvessem corpos para os quais essa razão fosse diferente, então a aceleração de queda livre entre corpos diferentes, também seria diferente.

De acordo com Nussenzveig (2002, p. 306) conclui-se que *a razão da massa gravitacional à massa inercial de um corpo é uma constante universal, que podemos tomar como igual a 1 sem restrição de generalidade*. Assim, se tomarmos a razão $\frac{m_g}{m_i} = 1$, a equação acima fica

$$a = K = \frac{GM_g}{r^2} = g,$$

e por consequência

$$m_i = m_g .$$

A essa equivalência entre a massa inercial e gravitacional, onde todos os corpos sobre a ação gravitacional caem com a mesma aceleração, ficou conhecido como Princípio de equivalência fraco, como segue o trecho:

para todos os corpos, independentemente de seu peso, tamanho, forma, estrutura ou composição do material, a razão m_g/m_i é a mesma ou em unidades apropriadas $m_i = m_g$, é chamada de princípio de equivalência fraco (...) Este termo foi cunhado por Robert Henry Dicke em 1959 e definido por ele como "o princípio que assume que a aceleração gravitacional de um corpo é independente de sua estrutura (JAMMER, 2000, p. 97, tradução livre).

Newton foi o primeiro a afirmar essa equivalência, embora não soubesse explicar as causas. Também foi o primeiro a demonstrar experimentalmente (JAMMER, 2000) como segue:

Newton reconheceu o caráter extraordinário dessa igualdade ... em lugar da queda livre, comparou as acelerações de queda de pêndulos de mesma massa gravitacional (mesmo peso) constituídos de materiais muito diferentes (madeira, ouro, prata, chumbo, etc.), medindo seus períodos de oscilação, que também dependem de m_g/m_i . O resultado mostrou que $\frac{m_g}{m_i} = 1$ com precisão de $\sim 10^{-3}$, levando-o a enunciar como um Teorema nos “Principia” que “(...) os pesos dos corpos (...) a igual distância do centro de um planeta, são proporcionais à quantidade de matéria que eles contém (NUSSENZVEIG, 2002, p. 306).

Quase 200 anos após a morte de Newton, uma série de experiências foram realizadas, mais especificamente entre 1889 e 1922 na qual Eötvös, um físico húngaro, mostrou a $m_g/m_i=1$ com uma margem de erro menor que 10^{-8} . Em 1964, essa margem de erro foi reduzida para um valor menor que 10^{-11} como resultado de experiências realizadas por Roll, Krotkov e Dicke, e, para valores menores que 10^{-12} em 1971, em experiências realizadas por Braginsky e Panov (NUSSENZVEIG, 2002).

De acordo com Jammer (2000), é irônico o fato de que a equivalência entre m_i e m_g tenha se tornado a *pedra angular* para o desenvolvimento da Teoria da Relatividade Geral de Einstein.

Ao buscar estender seu princípio da relatividade à teoria da gravitação, Einstein deparou-se com a referida equivalência entre as massas, na qual a mecânica newtoniana não oferecia uma explicação ((NUSSENZVEIG, 2002). Ele observou que, ao comparar dois sistemas acelerados, os mesmos não são equivalentes, já que em um deles aparecem forças inerciais e no outro não (SEGRÈ, 1980). Mas então como explicar a proposição em que $m_i = m_g$? Foi quando ele teve seu “*pensamento mais feliz*”, como segue o trecho abaixo:

Quando eu estava ocupado [em 1907] escrevendo um resumo do meu trabalho na teoria da relatividade especial (...) eu também tinha que tentar modificar a teoria da gravitação de Newton para adaptar as suas leis na teoria. Por mais que tentativas nesta direção mostraram a praticidade do empreendimento, elas não me satisfaziam porque elas tinham que ser baseadas em hipóteses sem fundamento físico. Naquele momento, eu tive o pensamento mais feliz da minha vida [der Glücklichste Gedanke meines Lebens, que pode ser alternativamente traduzido também como o mais sortudo, ou o mais afortunado ou o mais bem sucedido pensamento da minha vida.], na seguinte forma: Em um exemplo que vale a pena considerar, o campo gravitacional tem uma existência relativa similar ao campo elétrico gerado por indução eletromagnética. Porque, para um observador em queda livre do telhado de

uma casa, durante a sua queda não existe nenhum campo gravitacional, pelo menos em sua vizinhança imediata. Especificamente, se o observador soltar quaisquer corpos, eles permanecem em um estado de repouso ou movimento uniforme, relativamente a ele, independentemente de sua natureza química ou física especial [ignorando a resistência do ar, é claro]. O observador, portanto, está justificado em interpretar seu estado como sendo em repouso (TOPPER, 2013, Cap. 12, p. 89 apud BIEZUNER, 2017, p. 60).

Essa ideia permitia transformar um campo gravitacional local aproximando-o por um campo homogêneo nas proximidades da Terra, e assim, estender a *aplicabilidade da relatividade especial ao caso de referenciais uniformemente acelerados* (JAMMER, 2000). Vamos entender melhor essa ideia fazendo analogia ao exemplo que ficou conhecido como “elevador de Einstein” (CASTELLANI, 2001).

Considere uma caixa fechada. Em uma primeira situação, dentro da caixa se encontram um observador, e um corpo de massa m suspenso por uma mola. O observador dentro da caixa vê a mola esticar-se, indicando que o corpo foi puxado. Há duas explicações para essa situação:

Explicação 1: A caixa se encontra estática na superfície da terra sobre a influência da gravidade g , na direção $-\hat{z}$ e a mola estica de um comprimento L em função da força peso;

Explicação 2: A caixa se encontra solta no espaço, livre da ação gravitacional e é acelerada na direção \hat{z} com aceleração $-g$. De forma análoga, a mola estica de um comprimento L . (TAVARES, 2018).

Observe que, os efeitos sentidos pela força de atração gravitacional e por um referencial uniformemente acelerado são idênticos, de forma que não há como o observador dentro da caixa saber em que situação se encontra, independente do experimento que faça dentro da caixa.

Vamos agora a segunda situação. Considere a mesma caixa fechada, dessa vez apenas com o observador. O observador se encontra a flutuar dentro da caixa. Também há duas explicações para essa situação:

Explicação 1: A caixa se encontra em um referencial inercial em relação as estrelas (sabemos que as estrelas não são referenciais inerciais, mas para fins de estudo, consideraremos aqui que as mesmas não alteram sua posição em relação ao universo visível), livre no espaço por exemplo, totalmente livre da atração gravitacional, de forma que o observador não sente o próprio peso;

Explicação 2: A caixa se encontra sob a influência da aceleração gravitacional g , em queda livre, de modo que também não sente o próprio peso enquanto se encontrar em queda livre (JAMMER, 2000).

De forma análoga, observamos que os efeitos sentidos por uma pessoa dentro de uma caixa em queda livre, e outra dentro de uma caixa em um referencial inercial em relação as

estrelas por exemplo, livre da atração gravitacional, são idênticos, e não há nenhum experimento possível ao observador, que o indique o tipo de situação em que o mesmo se encontra.

Assim, podemos concluir que, inércia e o peso são características que se manifestam de acordo com a situação apresentada, mostrando que m_g e m_i são equivalentes, como mostraram os testes anteriores. Essa constatação foi para Einstein, o impulso que o induziu ao desenvolvimento de sua teoria da relatividade geral, e também que o impeliu a fazer a seguinte extensão do postulado da relatividade especial (ou restrita): *As leis da física devem ser tais que se aplicam a sistemas de referência em qualquer tipo de movimento.* (HAWKING, 2005, p. 229). A constatação de Einstein de que força gravitacional e inercial são equivalentes, somado a igualdade entre as massas gravitacional e inercial aliados a essa extensão do postulado da relatividade, foi chamado de princípio da equivalência forte, ou princípio da equivalência de Einstein, como segue o trecho:

Claramente, essa “equivalência física completa” com relação às leis da física de qualquer tipo, incluindo, por exemplo, as leis da eletrodinâmica, não é uma consequência lógica do “fato de que todos os corpos são acelerados no campo gravitacional” é antes uma extrapolação ou generalização ousada desse fato para a física como um todo. Para enfatizar esse ponto, Dicke (...) chamou-o de “princípio da equivalência forte” (...) Às vezes, também é chamado de “princípio de equivalência de Einstein” (JAMMER, 2000, p. 104, tradução livre).

3.3.4 Massa relativista e a relação massa-energia

O surgimento da relatividade restrita veio determinar novos princípios, onde as leis de Newton são substituídas, quando fora dos limites de validade da mecânica clássica. Em função desses novos princípios, as leis da física passaram a ser invariantes em relação a mudança de referenciais inerciais. Por causa desse contexto relativístico, uma importante lei física, a lei de conservação do momento linear, passa por modificações a fim de se tornar compatível com os postulados de Einstein, onde sua validade deve se estender a todo referencial inercial. Dessa forma, a equação do momento, definido em sua forma clássica como, $p = mv$, foi acrescida de um fator γ , conhecido como fator de Lorentz (VALADARES, 1993; FEYNMAN, 2008), que equivale a

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2},$$

passando a ser definida no contexto relativístico como $p = \gamma m v$, onde γm viria a ser a massa relativista m_r .

A forma relativística do momento, apareceu pela primeira vez em 1906, quando Max Planck realizou uma análise teórica da ação de um campo magnético sobre uma partícula carregada (OSTERMANN e TRIESTE, 2004), e com ela a equação da massa relativista, na forma $m_r = \gamma m$. Essa ideia de massa relativista surgiu em 1905, quando Einstein tratou sobre a dinâmica de uma partícula carregada acelerando lentamente. Não se pode tratar aqui a massa relativista como a massa newtoniana, porém, para velocidades muito pequenas em relação a velocidade da luz ($u \ll c$), as equações da relatividade restrita se limitam às equações da física clássica e a massa relativista se reduz à massa inercial. Essa dependência da massa em relação à velocidade aparece antes da teoria da relatividade (JAMMER, 2000).

Em 1909, Lewis e Tolman ignoraram o fato de que a eletrodinâmica tenha sido a base para o desenvolvimento da mecânica relativista, e assumiram que a dependência da massa relativista em relação a velocidade, derivava da teoria do campo eletromagnético. Eles defendiam que a massa relativista deveria ser expressa somente através das leis de conservação e do princípio da relatividade, sem fazer referência ao eletromagnetismo. Então eles analisaram um experimento mental, onde ocorre uma colisão elástica envolvendo dois corpos de mesma massa m que se movimentam em direção um ao outro com a mesma velocidade, onde após a colisão, seus movimentos tomam sentidos opostos em relação a dois observadores inerciais. Ao aplicar os princípios da conservação da massa e do momento, e o teorema da adição relativista de velocidades, eles chegaram a seguinte equação para a massa relativista (JAMMER, 2000) :

$$m_r = m_0 \left(1 - \frac{u^2}{c^2} \right)^{-1/2},$$

onde m_0 seria a massa do corpo quando o mesmo se encontra em repouso, u é a velocidade da partícula quando a mesma se encontra em um referencial inercial e c é a velocidade da luz.

Observa-se que, se a velocidade do corpo aumenta, a massa relativista aumenta, podendo tender a valores infinitos se a velocidade do corpo tender a velocidade da luz. Como supracitado, se o corpo se encontra em repouso, a velocidade é nula e o fator de Lorentz se iguala a 1, assim, a massa relativista se resume a massa de repouso do corpo, ou ainda, a massa inercial.

De acordo com Valadares (1993), nas ideias referidas que propunham a dependência da massa com a velocidade, as medidas massa e energia não tinham nenhuma relação entre si. Segundo ele, Poincaré fez a primeira associação entre massa e energia como segue o trecho:

Foi Poincaré, numa comunicação de 1900 intitulada *A teoria de Lorentz e o princípio da reação*, quem pela primeira vez caracterizou a energia como “um fluido impregnado de inércia” (Jammer, 1961, p. 175). Tendo em conta a relação maxwelliana entre a quantidade de movimento e a energia de uma pequena porção de luz

$$p = E/c$$

E definindo newtonianamente a quantidade de movimento dessa porção por $p = mc$, Poincaré concluiu que a referida porção de luz deveria possuir a massa inercial

$$m = E/c^2 \text{ (Okun, 1989, p33).}$$

(VALADARES, 1993, p. 112)

Segundo Valadares (1993), essa primeira aparição da equivalência entre massa e energia, foi introduzida de forma limitativa, sendo abordada posteriormente de forma mais abrangente por Einstein. De acordo com Lemos (2000), ao publicar o seu trabalho “*A inércia de um corpo depende do seu conteúdo energético?*”, Einstein busca responder a questões que relacionam massa e energia baseando-se na teoria relativista do efeito Doppler, ao imaginar um corpo que emite ao mesmo tempo, dois pulsos de radiação em direções exatamente opostas, chegando à seguinte conclusão: *Se um corpo emite energia E na forma de radiação, sua massa diminui de E/c^2* (LEMOS, 2000, p. 3). A seguir, Einstein considerou sem importância o fato de que a emissão de energia liberada pelo corpo tenha ocorrido na forma de radiação e concluiu que:

A massa de um corpo é a medida do seu conteúdo energético; se sua energia sofrer uma variação igual a E , a sua massa sofrerá, no mesmo sentido, uma variação igual a $E/9 \times 10^{20}$, a energia sendo medida em ergs e a massa em gramas. (LEMOS, 2000, p. 3)

Ele demonstra essa consequência ao utilizar o experimento mental onde um cilindro oco emite um raio de luz de uma de suas extremidades e o absorve na outra extremidade. Ao considerar o momento $p = E/c$ e utilizando a lei de conservação do momento do sistema, ele concluiu que *a extremidade que emite luz diminui de massa e a extremidade que a absorve aumenta de massa sendo a medida de qualquer das variações dada por $\Delta m = \Delta E/c^2$ cada vez que é transferida a energia luminosa ΔE* (VALADARES, 1993, p. 114).

Valadares (1993) cita ainda, que em seus estudos acerca da massa, Einstein considerou um sistema de coordenadas que beneficiasse o corpo em estudo, e não considerou outra massa que não fosse a de repouso, chegando a se posicionar de forma mais explícita através de uma carta a Lincoln Bamet, onde declara:

Não é bom introduzir o conceito de massa $M = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ de um corpo em movimento para o qual nenhuma definição clara foi dada. É melhor não introduzir outro conceito de massa a não ser o de massa em repouso m . Em vez de introduzir M é melhor mencionar a expressão para o momento e energia de um corpo em movimento (OKUN, 1989, p. 32 e ADLER, 1981, p. 742 apud VALADARES, 1993, p. 115).

Valadares (1993) também destaca que Einstein associa o teor energético das partículas através da equação $E_0 = mc^2$ e não de $E = mc^2$, enfatizando a adoção da energia de repouso da partícula e também se refere a variação de massa em função da energia, não da velocidade. Dessa forma, massa e energia parecem ser diferentes manifestações da mesma essência.

Mas diante disso tudo, será que podemos transformar massa em energia e energia em massa? Ao que parece o conceito de massa é mais um conceito onde se entende a essência de como funciona e das várias formas de como aquela ideia pode se apresentar, mas não se consegue definir com palavras exatas o que poderia ser.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa realizada foi de caráter exploratório, com descrições qualitativas e quantitativas, pois de acordo com Marconi e Lakatos, esse tipo de pesquisa se caracteriza por serem

Investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos. Empregam-se geralmente procedimentos sistemáticos ou para a obtenção de observações empíricas ou para as análises de dados (ou ambas, simultaneamente). Obtém-se frequentemente descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo, e o investigador deve conceituar as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado. Uma variedade de procedimentos de coleta de dados pode ser utilizada, como entrevista, observação participante, análise de conteúdo etc., para o estudo relativamente intensivo de um pequeno número de unidades, mas geralmente sem o emprego de técnicas probabilísticas de amostragem. (MARCONI E LAKATOS, 2003, p. 188)

A escolha desse modelo de pesquisa se deu não só pelo fato de ela permitir descrições qualitativas e quantitativas, mas também por permitir uma variedade de combinações em relação aos procedimentos utilizados para colher dados, o que permitia uma maior liberdade quanto a condução da pesquisa.

Foram utilizados como procedimentos de coleta de dados, o questionário e a entrevista.

4.2 Local e sujeitos da pesquisa

Para dar início à pesquisa, duas escolas públicas de Fortaleza foram visitadas: uma escola de Ensino Fundamental, localizada no bairro Serrinha, que será chamada de escola *A* e uma escola de Ensino Médio, localizada no bairro Conj. Esperança, que será chamada de escola *B*.

A entrada em campo foi feita através da apresentação de uma declaração fornecida pelo Coordenador do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, seguida da apresentação do questionário que viria a ser aplicado, identificação pessoal e institucional do pesquisador, assim como seus meios de contato, para comprovar a lisura do trabalho.

Na escola *A*, o pesquisador entrou em contato com o coordenador da mesma, solicitando

permissão para desenvolver o trabalho. Apresentou os documentos citados acima, explicou como desenvolveria o trabalho e os objetivos do mesmo. Após uma semana de espera, a permissão foi cedida e toda assistência foi dada ao pesquisador.

Na escola *B*, a entrada em campo foi facilitada por um colega professor que trabalhava na escola em questão, de modo que o coordenador solicitou apenas a declaração fornecida pelo coordenador e as possíveis datas de desenvolvimento da pesquisa.

Os sujeitos da pesquisa na escola *A*, foram o professor de Ciências e os alunos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental II. Na escola *B*, os sujeitos de pesquisa seriam os professores de Física e os alunos do primeiro ao terceiro ano do Ensino Médio, porém, não foi possível realizar a pesquisa com os professores de Física da escola *B*, de modo que a mesma foi desenvolvida apenas com os alunos da escola em questão.

4.3 Questões éticas da pesquisa

Como supracitado, antes de iniciar o trabalho, foram apresentados documentos que comprovassem a seriedade da pesquisa. Foi informado aos coordenadores das escolas, o tipo de pesquisa, os objetivos da mesma, sendo assegurado o sigilo da identificação do local e dos sujeitos da pesquisa.

Os participantes foram informados sobre o tipo de pesquisa e da análise a ser desenvolvida com as informações colhidas. Foi deixado claro que as participações seriam voluntárias e as identidades dos participantes preservadas. Foi também informado aos mesmos sobre a forma de participação e o porquê dessa escolha, explicando os benefícios e a importância da participação de cada um.

Para que os participantes sentissem uma maior segurança na tomada de decisão de participar ou não da pesquisa, foi dado a eles um tempo para que os mesmos se sentissem à vontade para realizar qualquer pergunta ao pesquisador a fim de esclarecer qualquer dúvida remanescente.

A coordenação da escola *A*, solicitou que, ao término da escrita desse trabalho, a mesma fosse notificada da data de apresentação do mesmo, para que pudesse enviar um representante da escola a fim de assistir a apresentação. Solicitou também que, ao término de tudo, o pesquisador voltasse a escola de posse de uma cópia do trabalho para deixar na biblioteca da escola como fonte de estudo e pesquisa para alunos e professores. Pediram ainda que o pesquisador apresentasse o trabalho aos alunos da escola, com data a ser marcada, a fim de mostrar a importância desse tipo de trabalho, e estimular o interesse dos mesmos em relação ao estudo e a pesquisa. Estas solicitações serão atendidas ao final de todo esse processo.

A escola *B* não fez qualquer solicitação, porém, o pesquisador repetirá na escola *B*, as mesmas solicitações feitas pela escola *A*, *se assim for possível*.

4.4 Técnicas utilizadas para construção de dados

A pesquisa foi realizada utilizando as seguintes técnicas de pesquisa: o questionário e a entrevista.

O questionário é caracterizado por ser “*constituído de uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito*” (Marconi e Lakatos, 2003) sem a ajuda do pesquisador.

O questionário proposto, como exposto a seguir, contém vinte e uma questões abertas, com perguntas diretas relacionadas a conceitos de física e foi direcionado apenas aos alunos. As perguntas do questionário em sua maioria começavam com “O que é”, lembrando a fase infantil entre dois anos e meio e seis anos de idade, ou seja, a fase em se pergunta “Por que?”, ou ainda, “O que é isso?”.

Eis o questionário:

1. De que são feitos os objetos?
2. O que é matéria?
3. O que é massa?
4. O que é peso?
5. Você saberia dizer se há diferença entre massa e peso?
6. O que é energia?
7. Você consegue fazer alguma coisa sem energia? O seu corpo consegue se manter forte se você não tiver alimentado? Por quê?
8. Você saberia citar alguns exemplos de energia? E fontes de energia?
9. Você saberia dizer se há alguma relação entre massa e energia, ou matéria e energia?
10. O que você entende por movimento? Sabe dizer o que é o movimento?
11. O que é velocidade?
12. O que é força? Quando a identificamos?
13. O que é trabalho?
14. Porque um objeto flutua ou afunda?
15. O que é calor?
16. O que é temperatura?
17. O que é a onda?

18. O que é cor?
19. O que é a luz?
20. O que você entende por Física Moderna?
21. Qual sua maior dificuldade ao estudar Física ou conceitos relacionados a Física?

A motivação para a aventura de utilizar um questionário do gênero, veio da ideia de não induzir os alunos com respostas pré-formatadas, buscando uma maior sinceridade nas respostas além de observar a reação dos mesmos diante de perguntas que os fizessem pensar sobre o que responder. Essa motivação foi reforçada pela metodologia empregada por Piaget em suas pesquisas clínicas com crianças, onde o mesmo fazia perguntas do tipo “Porque o sol não cai?”, a crianças de cinco anos, com o objetivo de descobrir o que diria uma criança que ainda não teve instrução adequada para responder tal coisa.

Já a entrevista, é caracterizada por ser “*um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional*” (Marconi e Lakatos, 2003).

A entrevista foi direcionada apenas aos professores. Esta foi conduzida de forma despadronizada e não dirigida, onde há liberdade para que o entrevistador conduza a situação da forma que julgar adequada, e o entrevistado tem total liberdade para expressar suas opiniões (Marconi e Lakatos, 2003).

4.5 O campo

A entrada em sala de aula se dava sempre da mesma forma em todas as turmas. Após as devidas apresentações e explicações, os alunos recebiam uma cópia do questionário com uma folha para resposta. Cada turma demorou em torno de uma aula de cinquenta minutos para responder ao questionário, com exceção do oitavo ano e do terceiro ano *b*, que demoraram em torno sessenta minutos.

Houveram muitos questionamentos acerca do tipo de questionário, o porquê de ser aberto e não de múltipla escolha, seguido de muitas dúvidas por parte dos alunos em participar ou não da pesquisa, já que, em função do questionário não ser de múltipla escolha, eles cogitavam a hipótese de não saber responder. Em algumas turmas os alunos chegaram a perguntar se o resultado que se obteria através dos dados do questionário não prejudicaria a escola. Então foi explicado aos mesmos que, para o pesquisador não haveria respostas erradas, que o objetivo não seria analisar acertos e erros, mas o processo de construção das ideias. Por isso era tão importante que fosse respondido com seriedade e sinceridade nas respostas, e que

a identidade de todos os envolvidos ficaria em sigilo. Em todas as séries houve essa dificuldade com exceção do sexto ano, a dificuldade no sexto ano se deu apenas porque os alunos não queriam fazer uma “prova” para a qual não tinham estudado. Deste modo, o professor regente da sala no momento utilizou-se de uma comparação na linguagem dos alunos, para que os mesmos entendessem não só que eles não estavam sendo avaliados, mas também, a importância do trabalho para o pesquisador.

Outra situação ocorrida, foi o fato de que após alguns minutos lendo e relendo as perguntas, os alunos começaram a interagir entre si, buscando construir respostas para as perguntas, mas não no sentido de buscar respostas prontas de outro colega. Iniciava sempre com um pensamento alto, como uma pergunta a si mesmo, ou uma pergunta ao pesquisador, sobre como responder aquele tipo de pergunta, o que incentivava essas conversas paralelas, onde eles tentavam dividir as ideias em relação as perguntas. Foi esta situação que posteriormente motivou o pesquisador a falar sobre as perspectivas de Vygotsky. Foi explicado a eles a importância de responderem individualmente ao questionário, para que as respostas fossem fiéis ao pensamento individual deles, porém, foi uma situação de difícil controle e aconteceu em todas as turmas, com exceção do sétimo e nono ano.

Na escola *A*, foi escolhido aleatoriamente entre as turmas do sexto ao nono ano, uma turma de cada série do turno da manhã para participar da pesquisa. Em todas as turmas participantes, tudo ocorreu como descrito, com exceção do nono ano. No nono ano, não só os alunos ficaram preocupados com o tipo de perguntas no questionário, mas o professor presente em sala de aula também. O professor questionou em função do tipo de respostas que o pesquisador poderia encontrar. Nessa turma em específico, o pesquisador não permaneceu na sala até a finalização do questionário, tendo passado apenas o tempo relativo a 20 minutos, a fim de explicar tudo e responder a algum questionamento por parte dos alunos, tendo se retirado para outra sala logo após.

Na escola *B*, todas as turmas do turno da manhã participaram da pesquisa, com exceção do primeiro ano *c*, que se encontrava indisponível em todas as visitas. Nessa escola, o pesquisador permaneceu em sala em todas as turmas, até a finalização do questionário.

Ao todo 336 alunos participaram dessa pesquisa, entre alunos de ensino fundamental e médio. De todos os alunos presentes durante a aplicação do questionário, 3 não sabiam ler, sendo dois deles do ensino fundamental, e um do Ensino Médio. Dos dois alunos do Ensino Fundamental que não sabiam ler um era do sexto ano, que mesmo sem saber ler fez questão de responder ao questionário, onde foi permitido que o mesmo obtivesse ajuda de uma colega. O outro, que era do sétimo ano, não respondeu ao questionário e não está na contagem de alunos

acima. O aluno do Ensino Médio que se encontrava em igual situação, pertencia ao segundo ano, e ele também não respondeu ao questionário de modo que não se encontra na contagem de alunos participantes. Quanto aos professores, somente o professor de ciências da escola *A* participou da pesquisa, através de uma entrevista.

5 ANÁLISE DE DADOS E CONCLUSÕES

5.1 Análise de dados

As análises foram feitas por turma, tendo como base apenas as perguntas relacionadas a conceitos de massa, levando em conta as respostas que mais se aproximaram das ideias conceituais apresentadas. As perguntas do questionário relacionadas a conceitos de massa são as seguintes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12 e 14. Para cada pergunta, foi feito um gráfico mostrando o percentual de respostas. Não se teve o objetivo de caracterizar respostas como certas ou erradas, apenas acompanhar a evolução das ideias dos alunos de acordo com a sequência apresentada. Foi feita também a análise da entrevista realizada com o professor de Ciências da escola *A*. A transcrição da entrevista encontra-se no Anexo 1 deste trabalho.

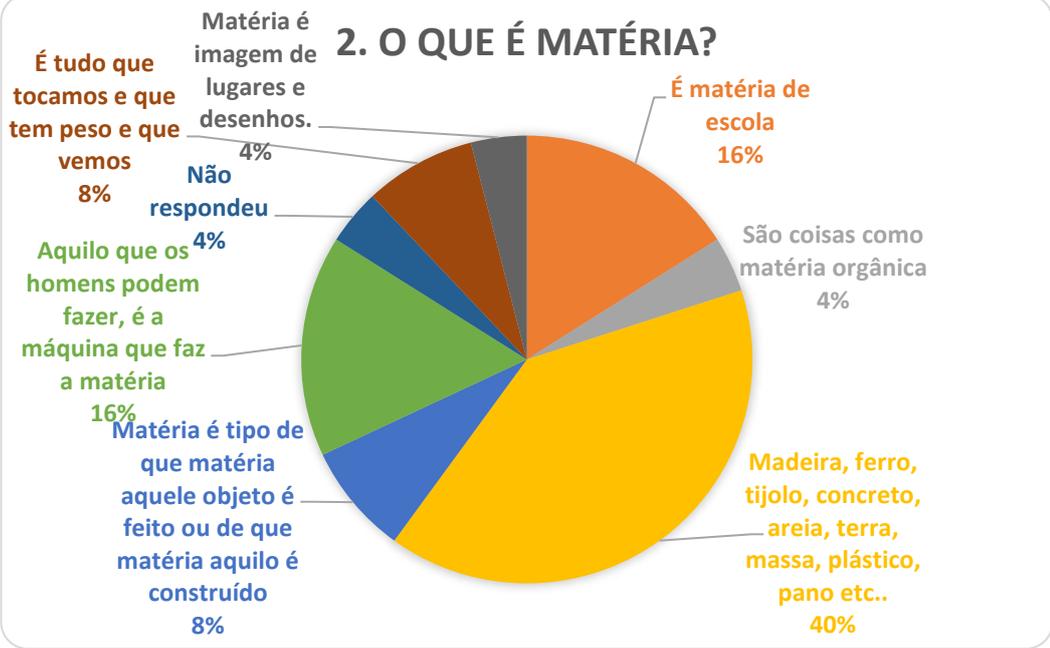
Seguem agora os gráficos relativos as perguntas e respostas relacionadas aos conceitos de massa, por escola e por turma. Eles são de autoria do pesquisador e foram plotados a partir dos dados coletados nos questionários.

Turmas da Escola *A* de Ensino Fundamental

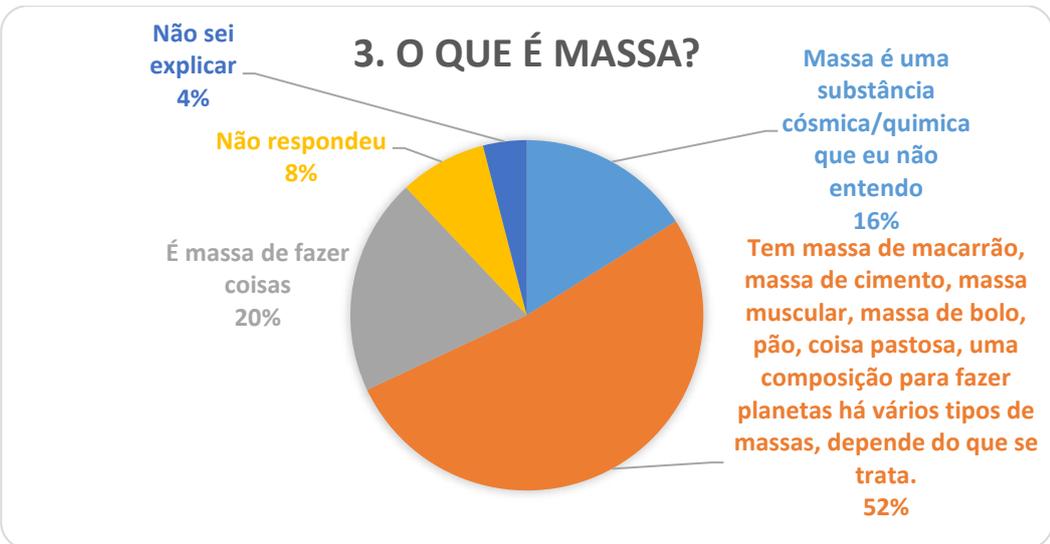
Sexto ano (27 alunos)

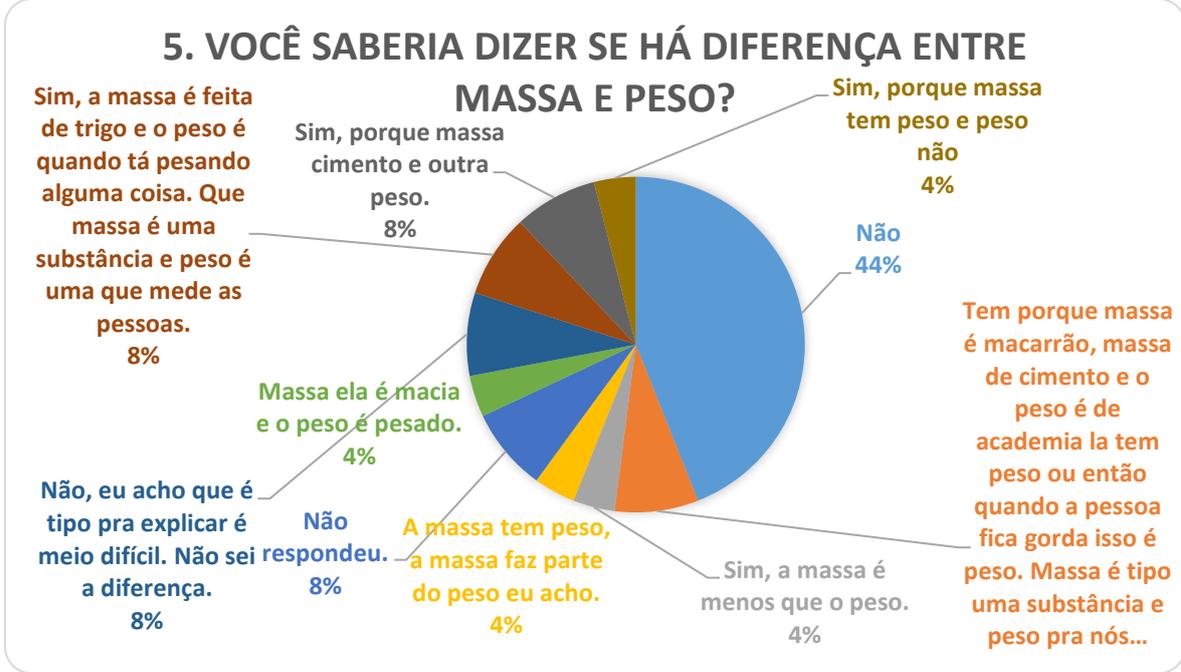


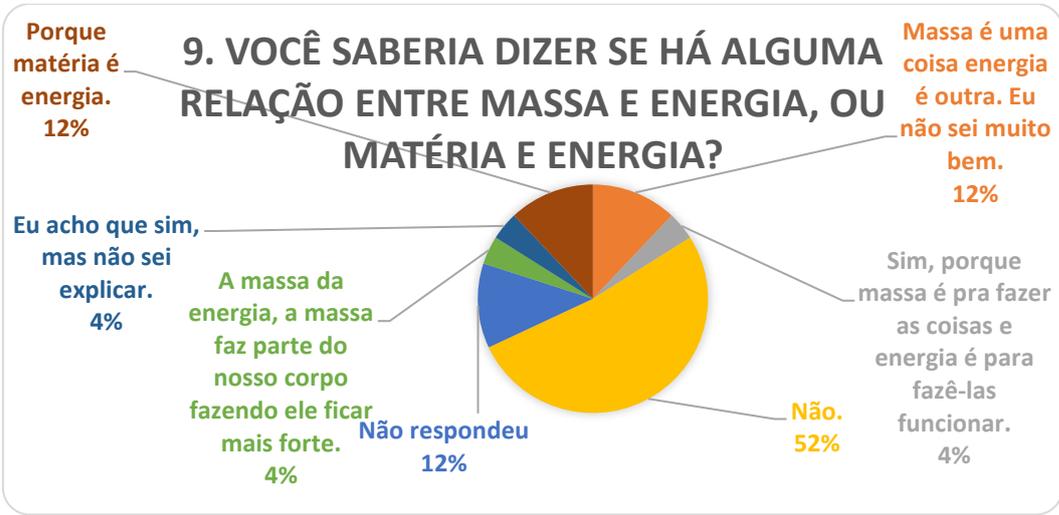
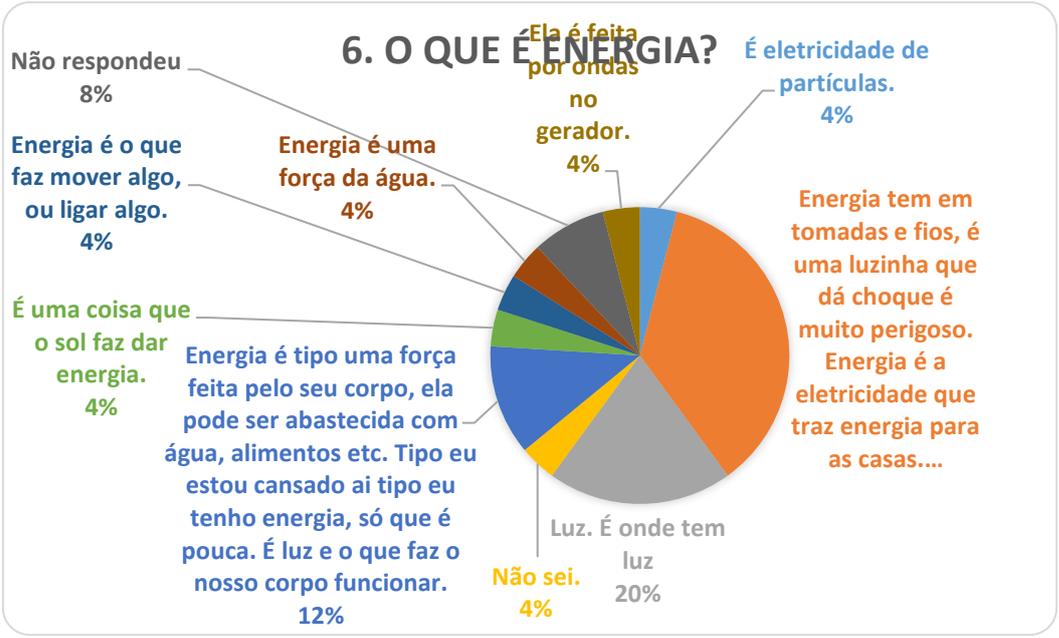
2. O QUE É MATÉRIA?

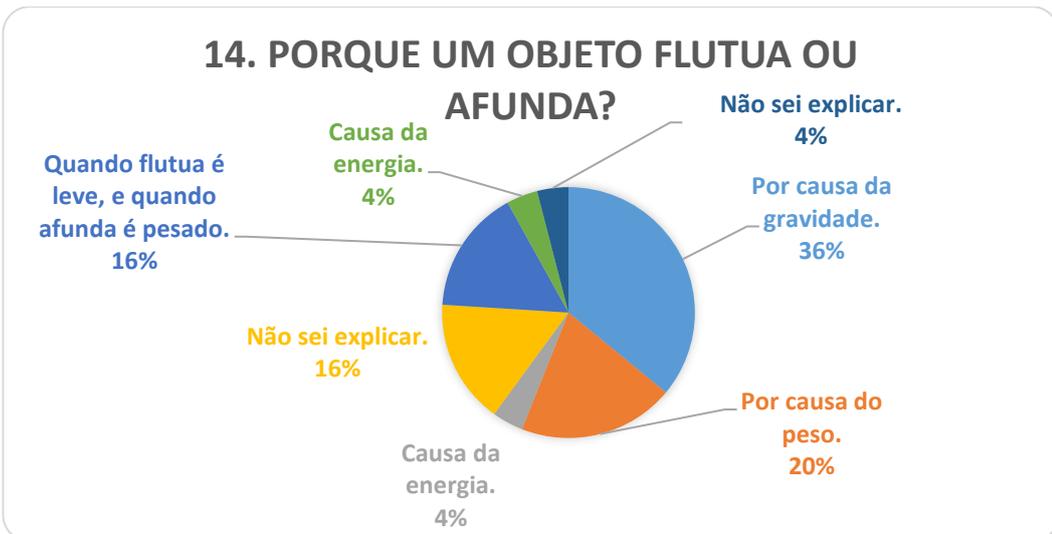
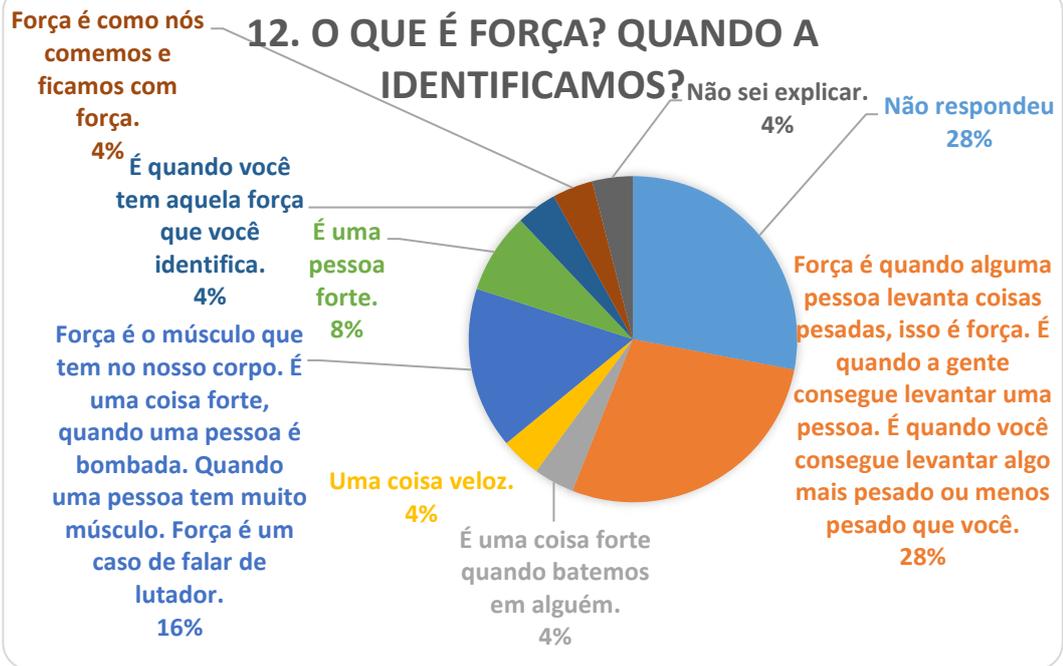


3. O QUE É MASSA?

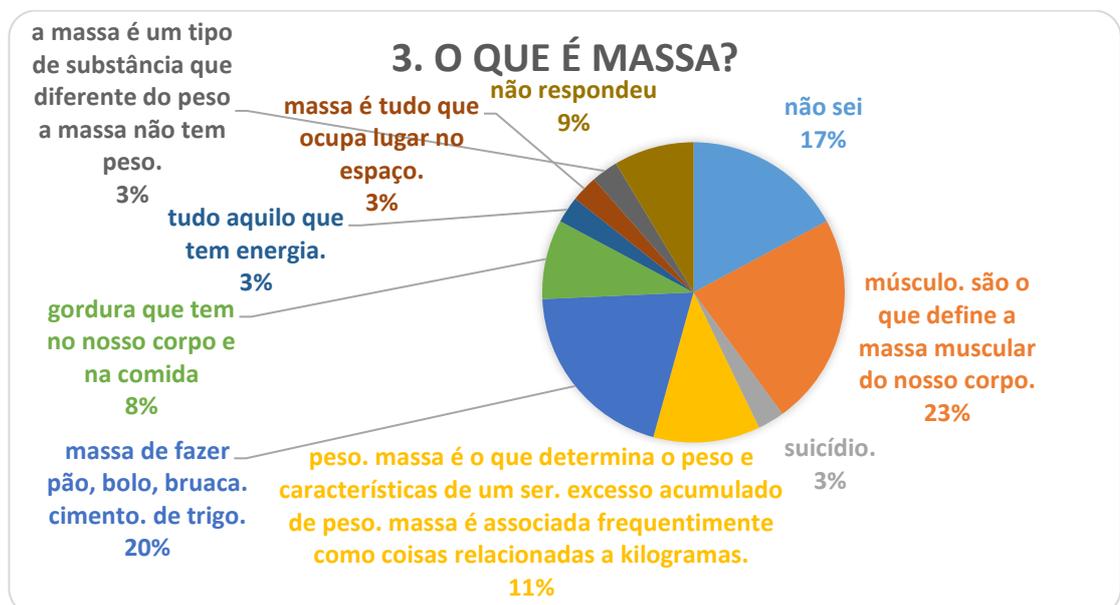
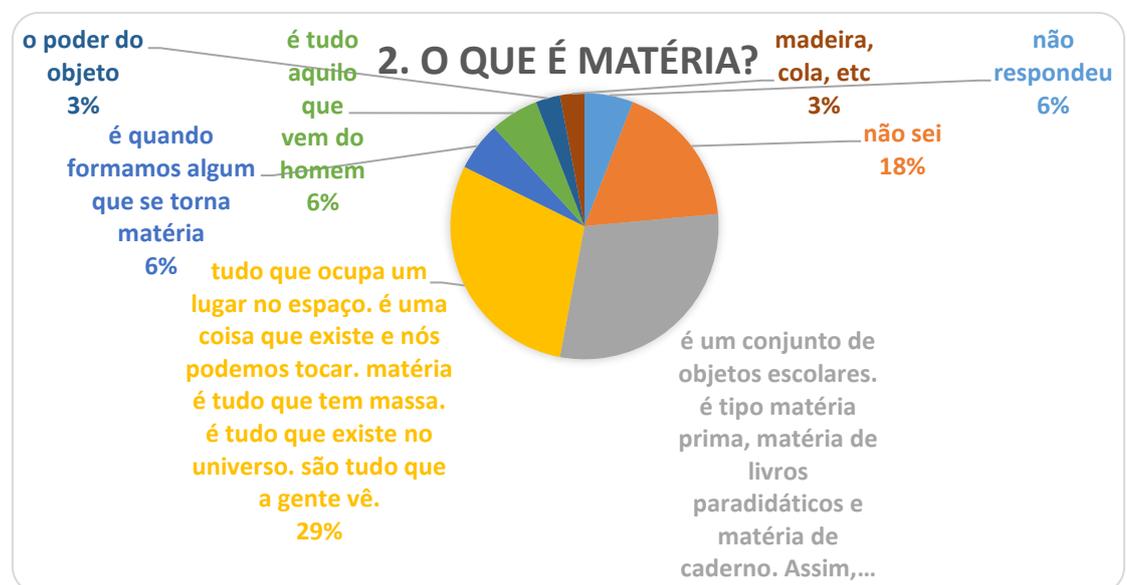


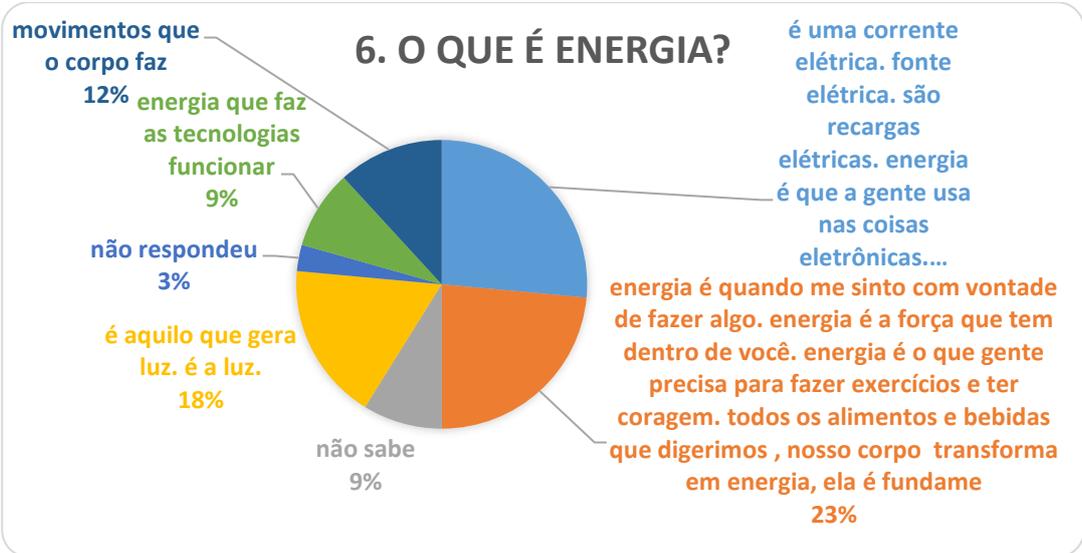
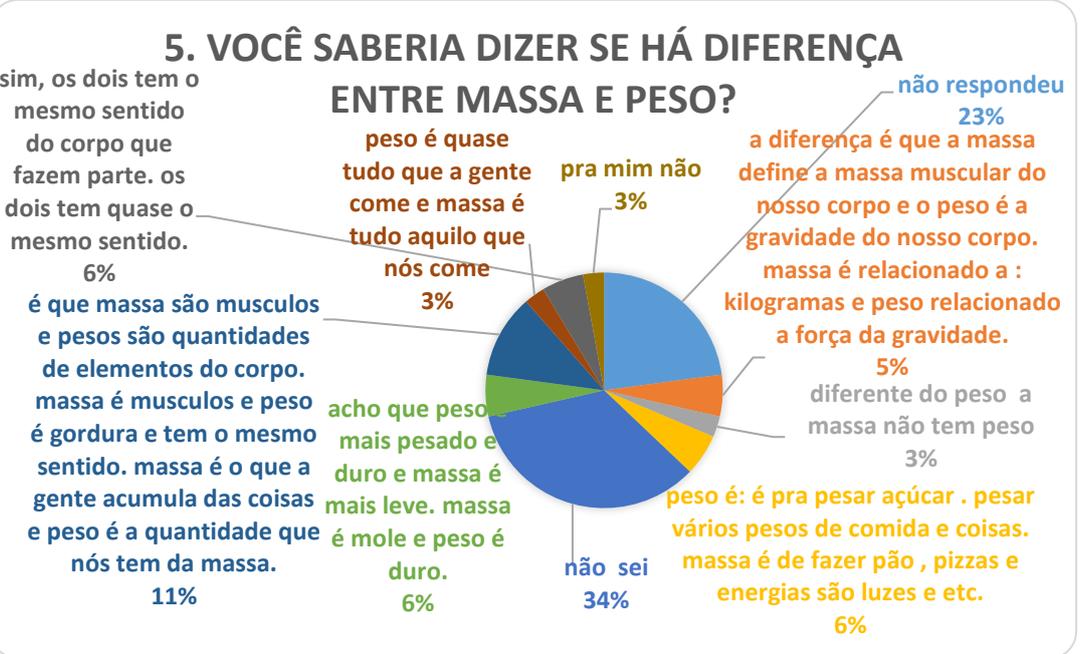
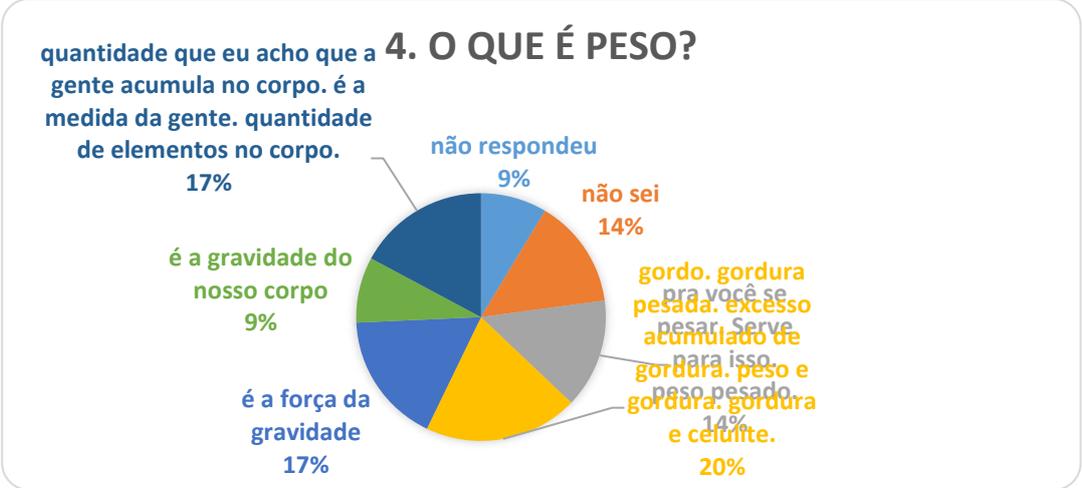




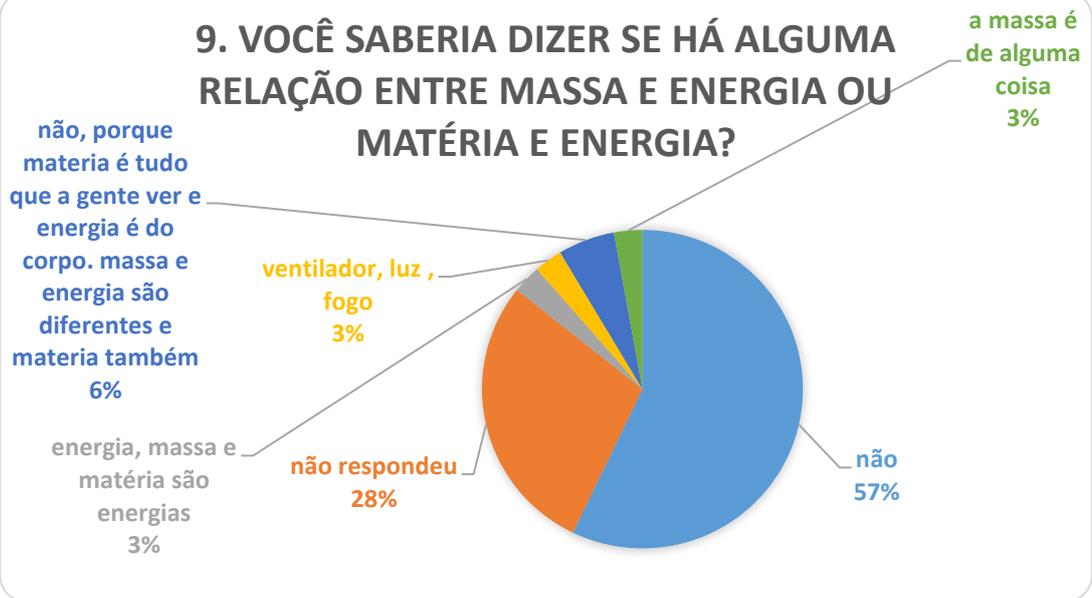


Sétimo ano (35 alunos)

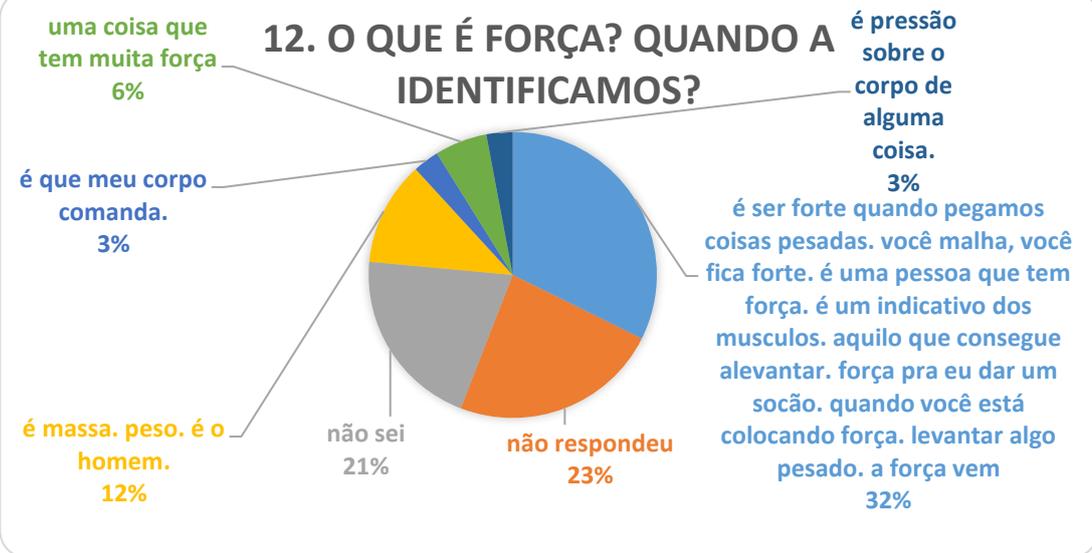




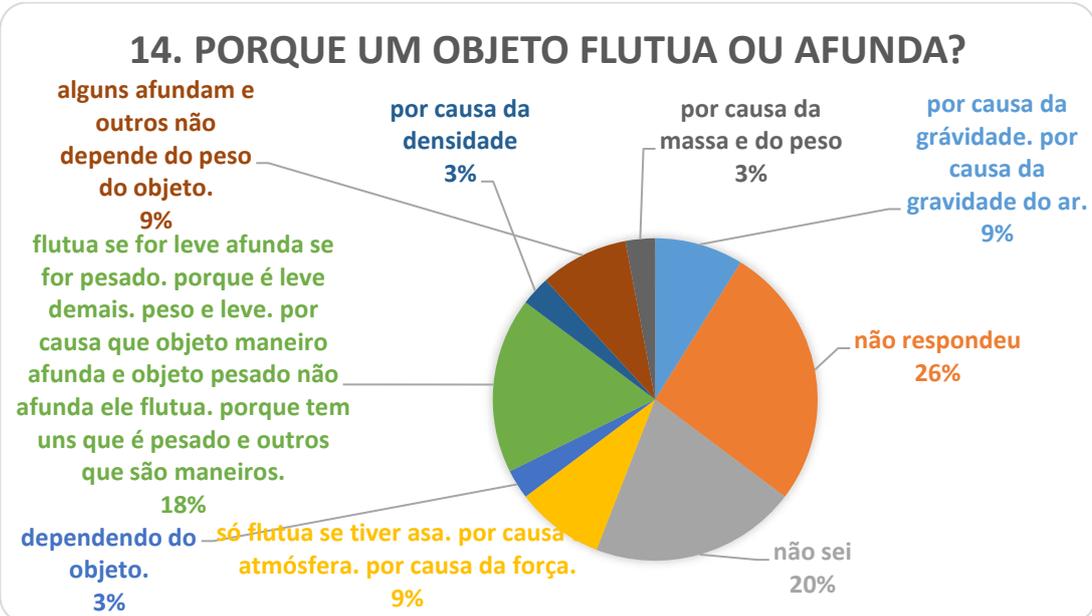
9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

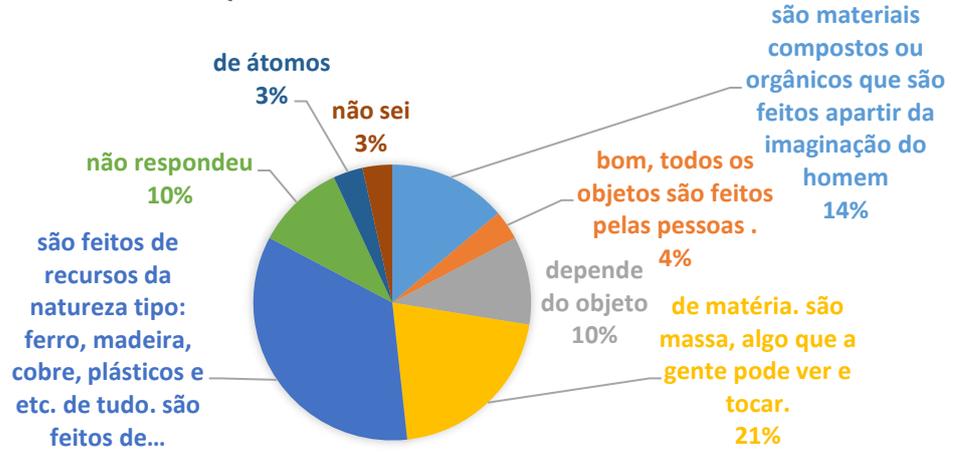


14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

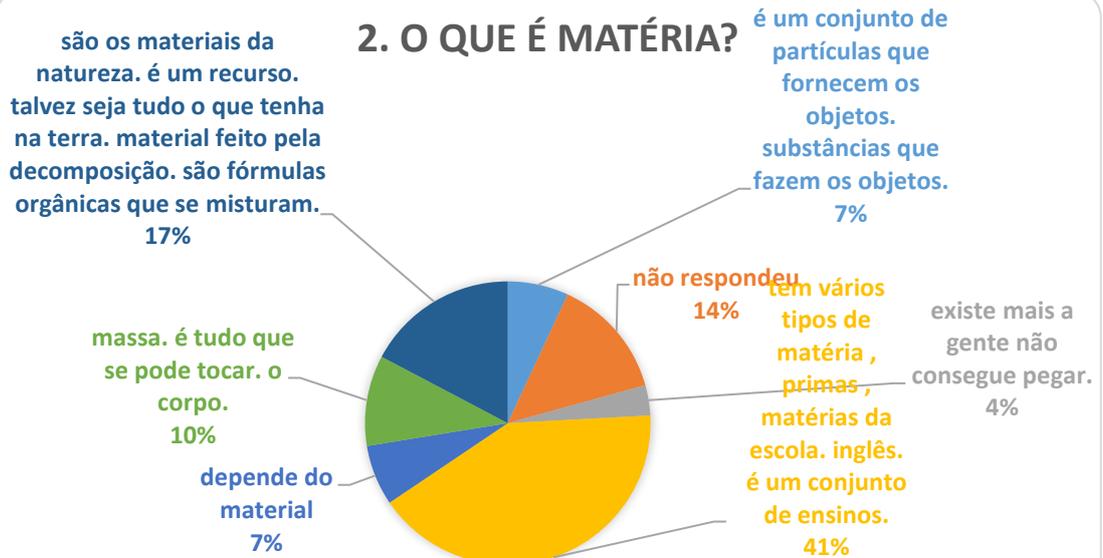


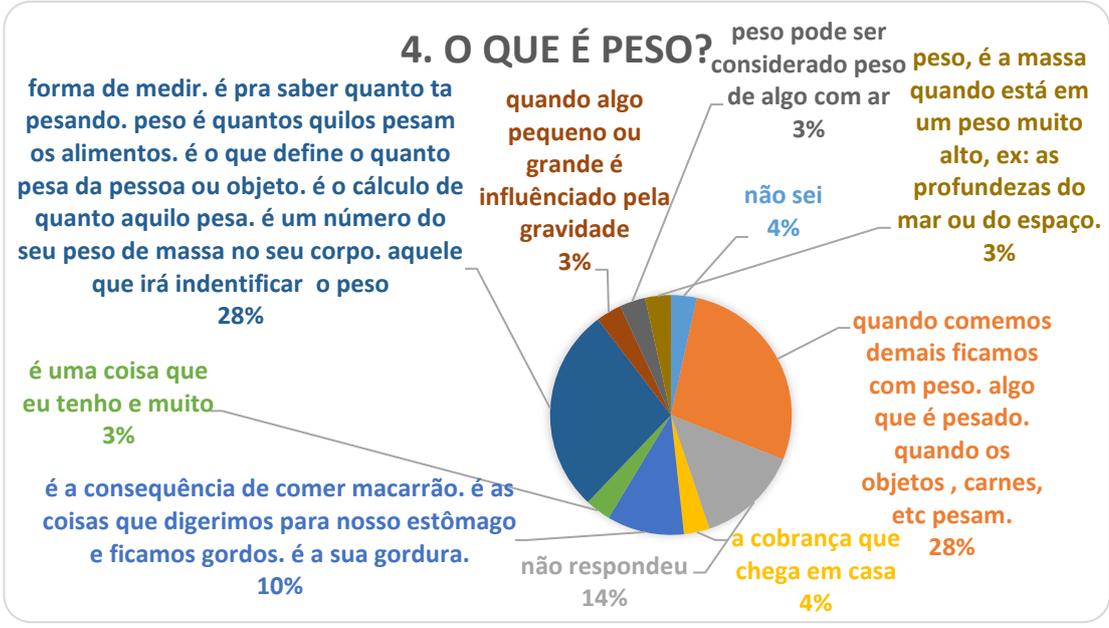
Oitavo ano (29 alunos)

1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?



2. O QUE É MATÉRIA?

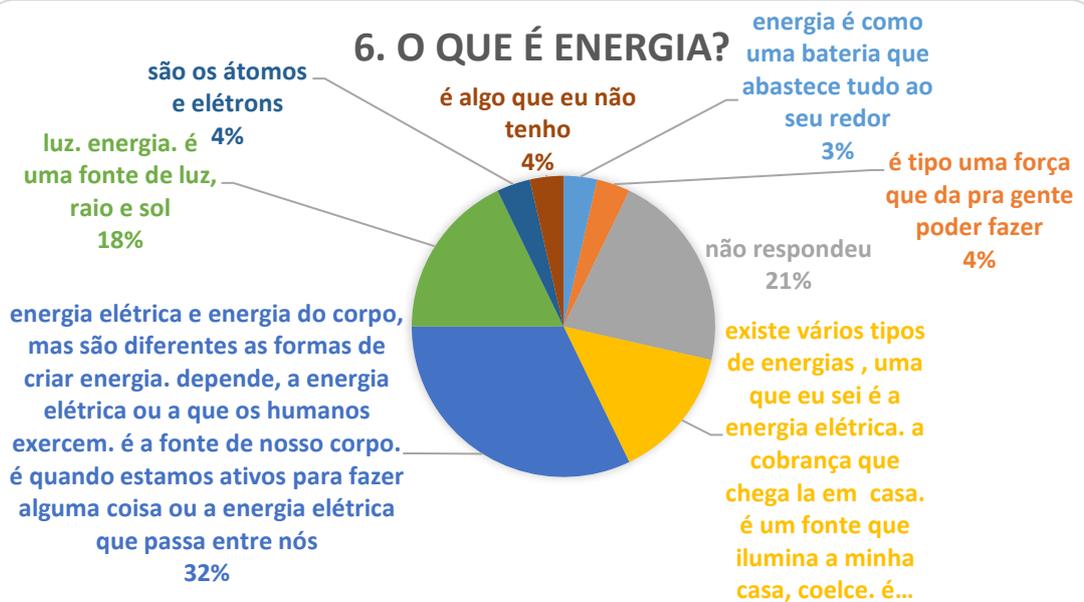




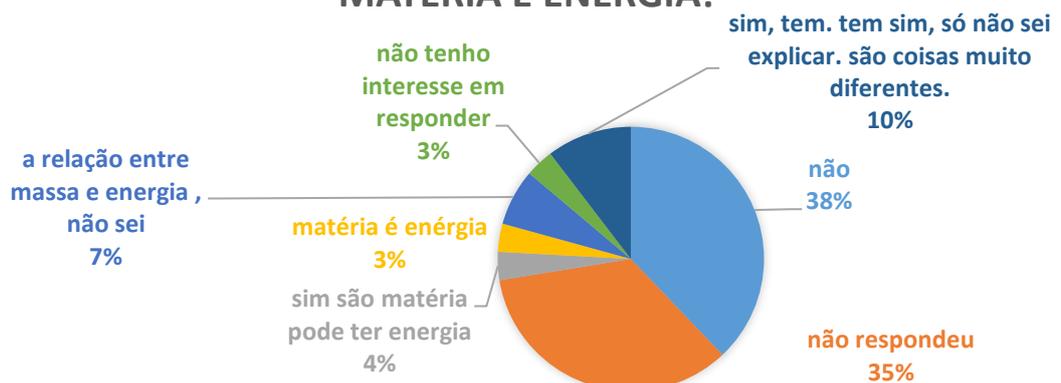
5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?

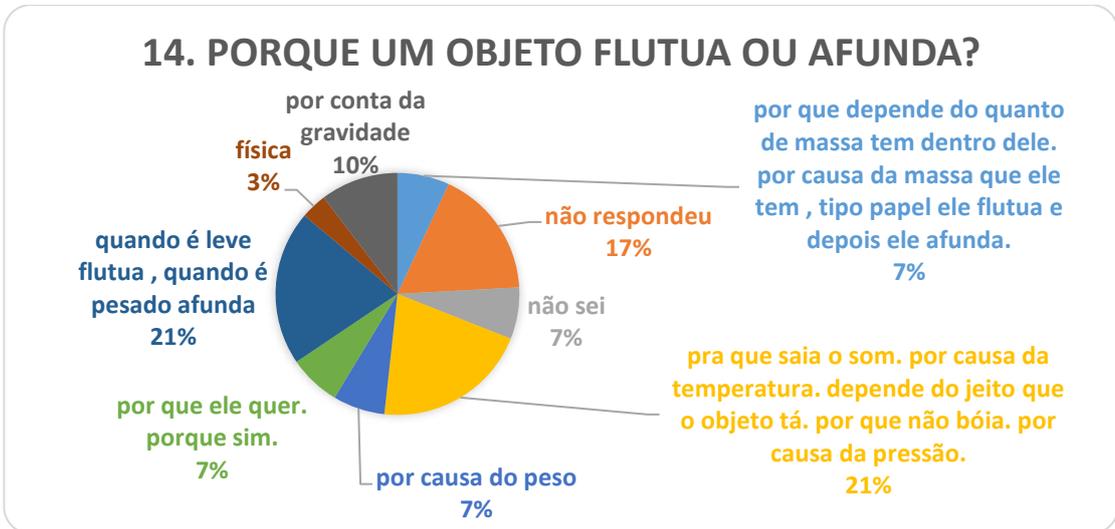
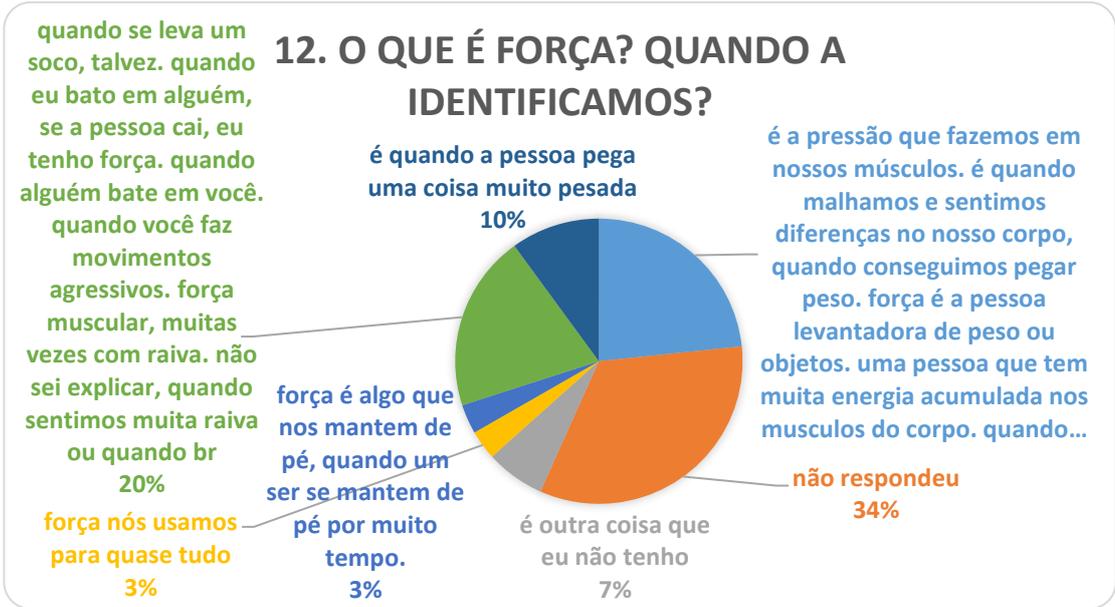


6. O QUE É ENERGIA?



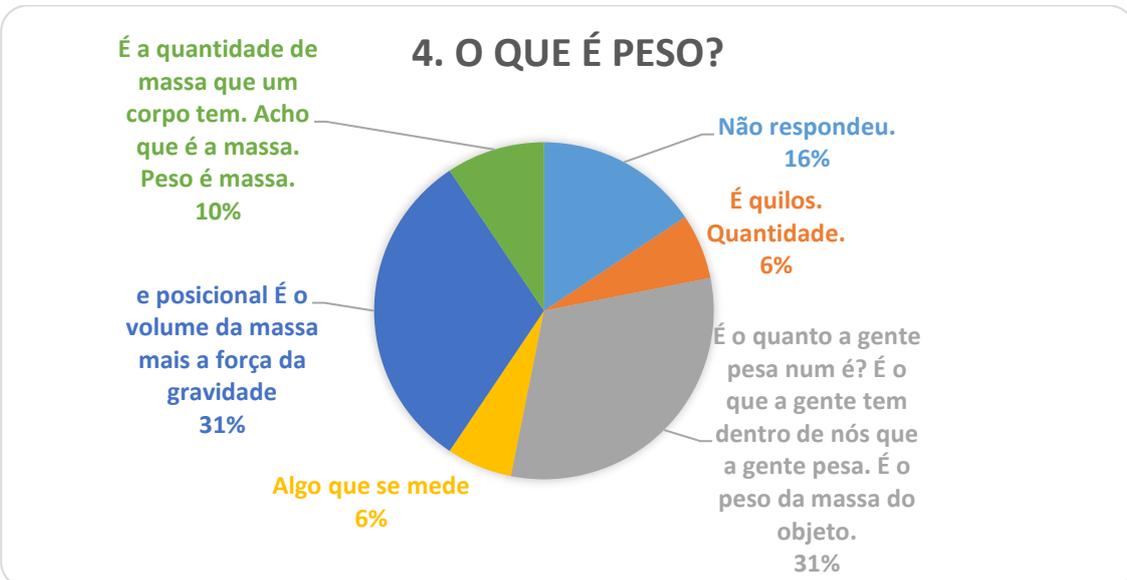
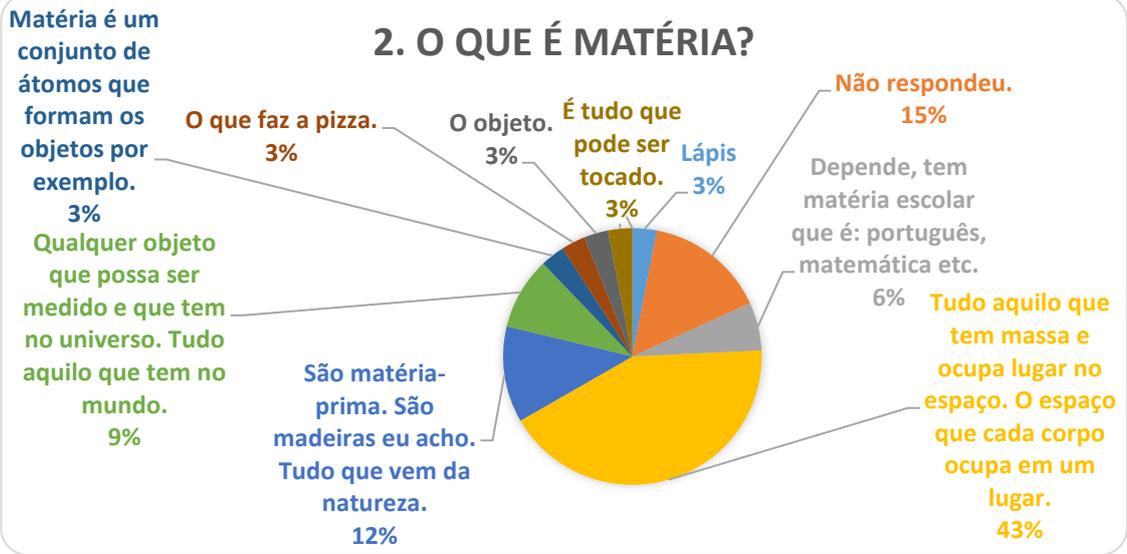
9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?





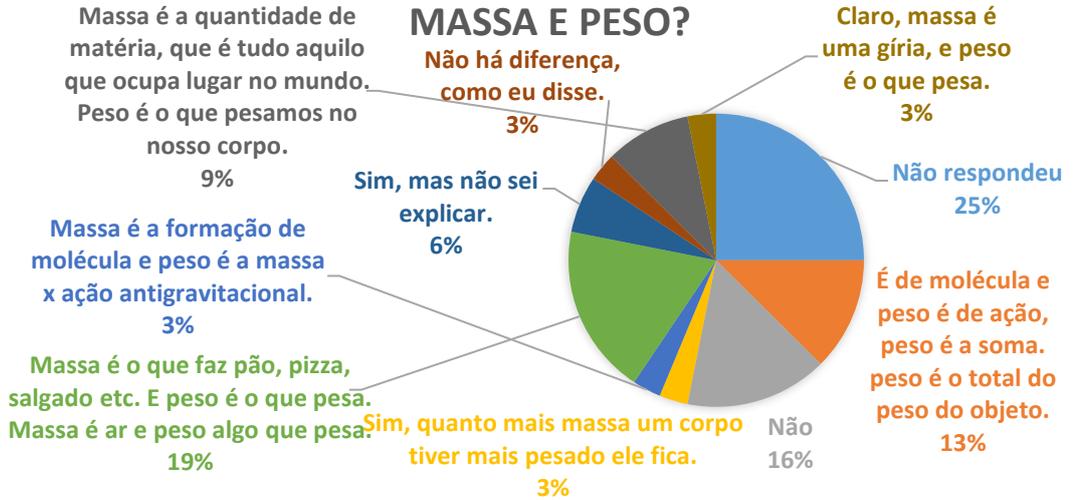
Nono ano (32 alunos)



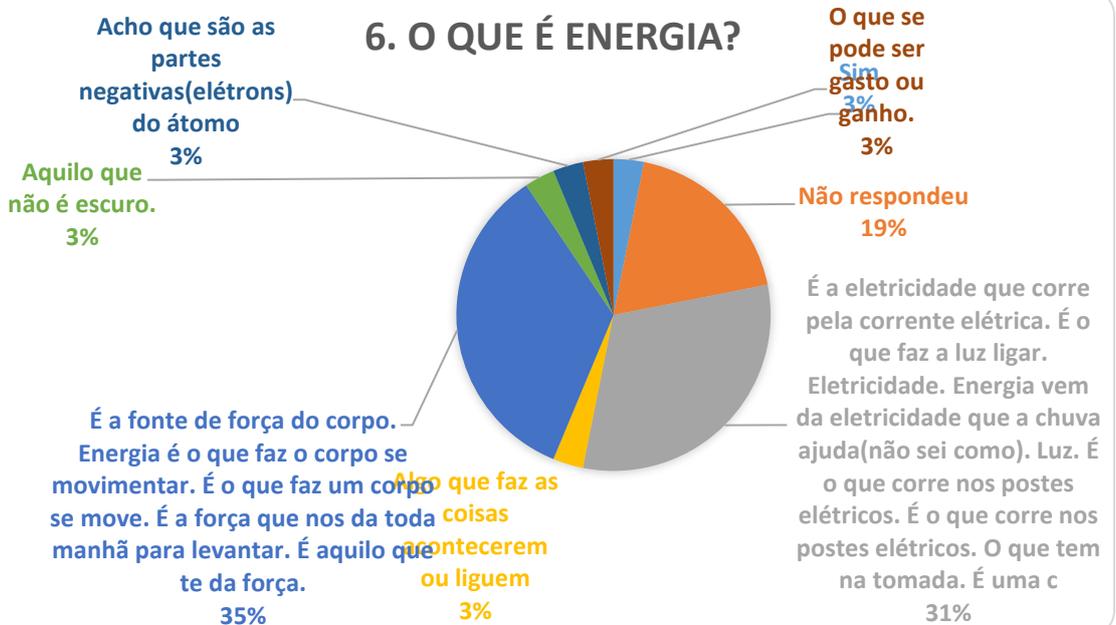


5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE

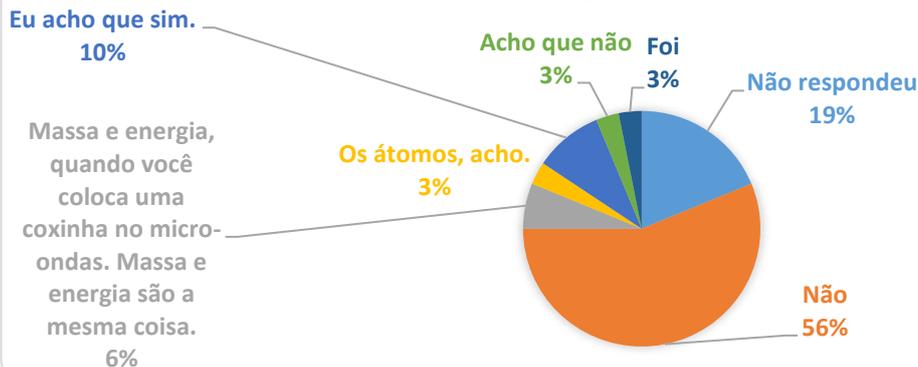
MASSA E PESO?



6. O QUE É ENERGIA?



9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

É quando elas exercem um movimento sobre outra coisa. É a pressão exercida em um corpo.

É a força que é exercida em uma massa. 10%

A força depende da massa e do peso. 6%
3%

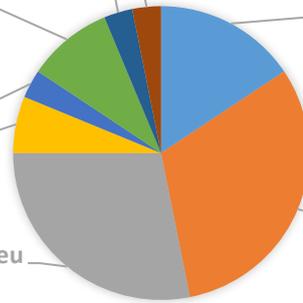
Algo precisão. 3%

Força é quando a gente tem forças 3%

Nos permite levantar algo. Levantar peso. Levar peso. Quando pegamos algo pesado. Quando usa muita força e acaba peidando. 16%

É o músculo do corpo. É quando temos músculos e aguentamos coisa. Thanos, quando te dá um murro e dói na pessoa. É quando batemos em alguém. Saytama, quando assistimos one punch. 31%

Não respondeu 28%



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Por causa que alguns objetos não pesam muito e outros não. Porque não sabe nadar ou é gordo. 6%

Por causa da densidade 6%

Porque Deus quis assim. 6%

Não sei. 10%

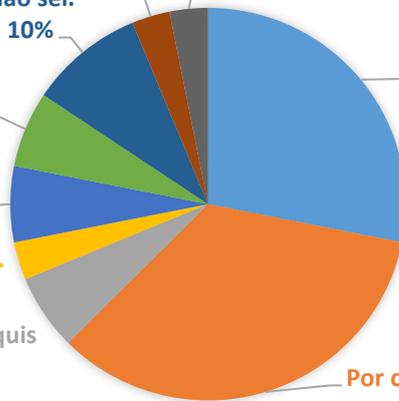
Por conta da matéria e do ar. 3%

Pergunta no posto Ipiranga. 3%

Flutua. 3%

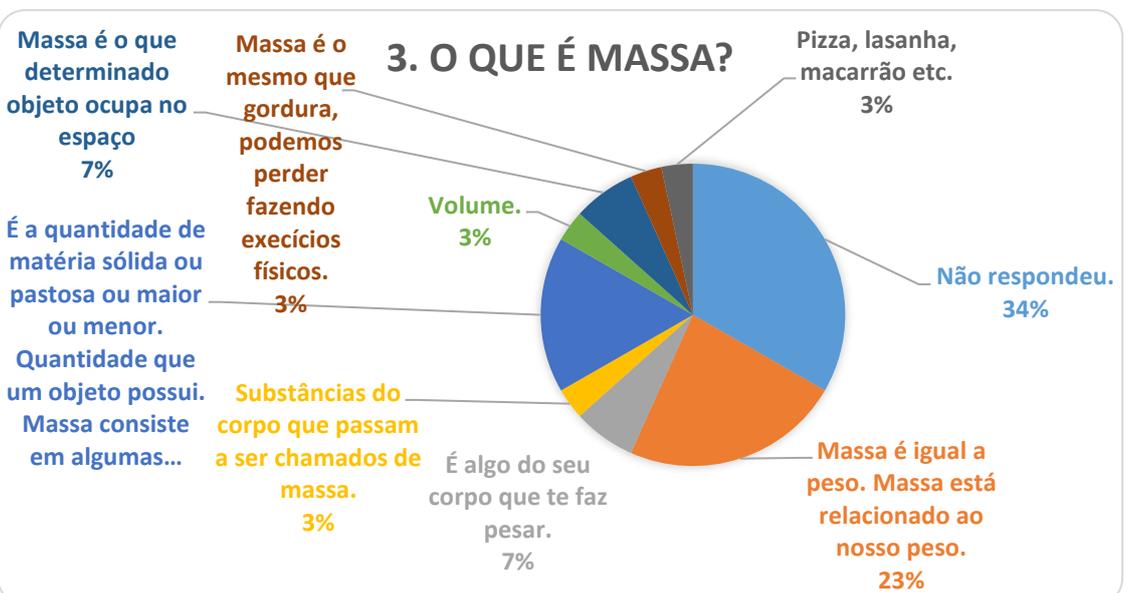
Porque ou ele é leve ou ele é pesado. Por causa do peso (ou massa). Depende do peso e do material. Flutua porque tem peso ou não tem como entrar na água, afunda quando entra na água sei lá. 28%

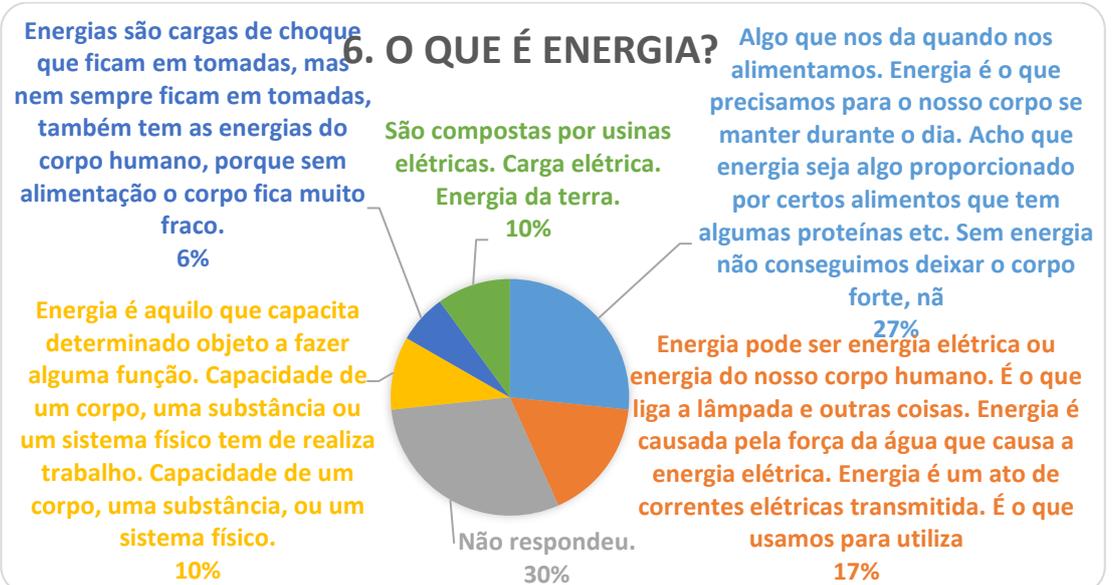
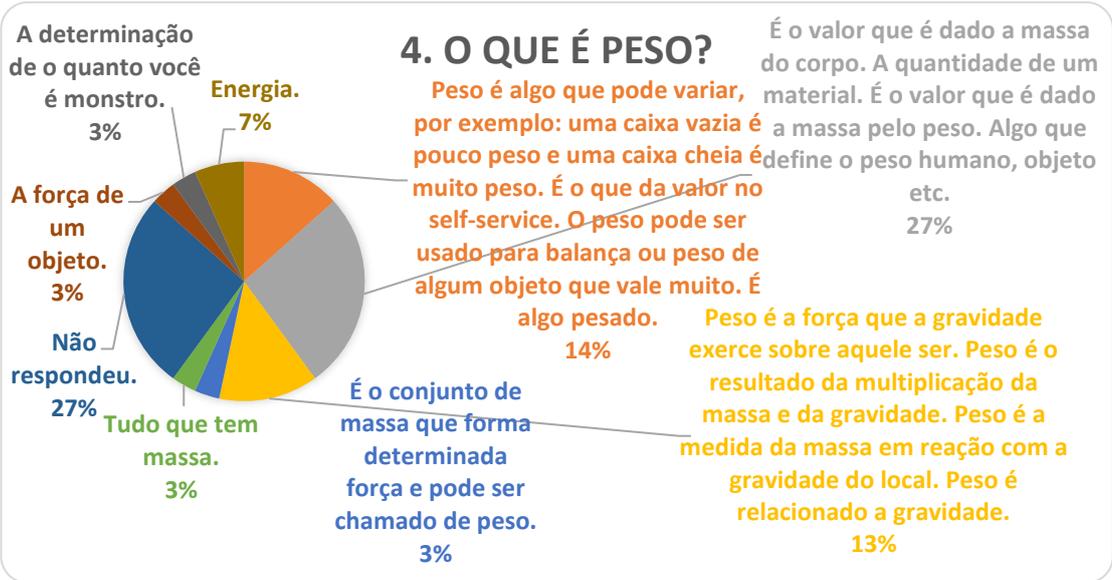
Por causa da gravidade. 35%



Turmas da Escola B de Ensino Médio

1º ano A (30 alunos)





9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?

Eu acho que entre matéria e energia pode ter uma possível relação porque, a massa sem a energia não nos daria a força e a disposição que temos com ela. Se não houver massa, não há energia. A massa produz energia. 10%

Energia é causada por usinas, e a matéria é a que causa a energia elétrica. 4%

ENERGIA?

Entre matéria e energia, sim. 3%

Não. 4%

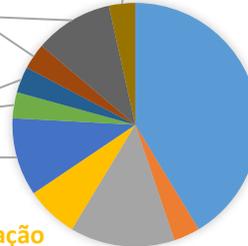
Há uma relação mas também há diferença 7%

As proporções são diferentes. 3%

Não respondeu 41%

Sim. 14%

Não tem relação. 4%



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

Força é quando você consegue levantar algo muito pesado ou puxar. Podemos identificar como força da gravidade. Força é quando elevamos algo. 7%

A gente fica capaz de alternar, ou estado de movimento ou repouso. É uma pressão exercida em um objeto que permite mexê-lo. Quando forçamos um objeto a se mover, de um local para outro 13%

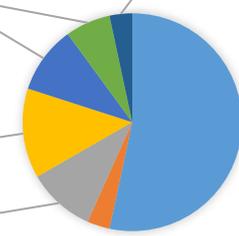
É músculo, quando vai para a academia. O que eu tenho, quando olham para o braço. São músculos quando malhamos. 10%

Inocentarmos a gravidade. 3%

Força é relacionado a algo com muita velocidade. Quando precisamos fazer movimento. Quando fazemos um movimento brusco. 10%

Não sei. 3%

Não respondeu. 54%



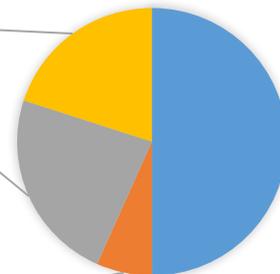
14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Pela sua densidade, se for maior que a água ele afunda, se for menor ele flutua. 20%

Porque é leve ou pesado. 23%

Porque o que flutua pode ser leve ou pesado, mas a que afunda ele pode ser leve com uma substância dentro que não identificamos. 7%

Dependendo da gravidade e da posição que colocar, se for pesado será mais fácil afundar. 50%



1ºano B (25alunos)

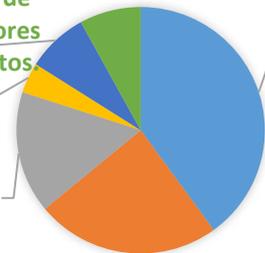
1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?

São coisas formadas por materiais recicláveis derretidos e misturados com várias outras coisas . São de diferentes tipos de materiais. 8%

São feitos a partir da matéria-prima . Na maioria das vezes os objetos são feitos de produtos da natureza, tipo como as árvores e o plástico que da pra fazer vários objetos 8%

não sei. 4%

não respondeu. 16%



Matéria ou massa. 40%

Ferro, madeira, plástico. Objeto acho que pode ser qualquer que a gente ver no dia a dia , tipo uma cadeira. 24%

Eu acho que a matéria pode ser a matéria que usamos . Pode ser algo. Matéria é quando vai constituir algo ou fazer. São os objetos. 12%

É quando nos tocamos e sentimos. 8%

Bom, existem várias matérias, matéria-prima , matéria escolar. Algo que se estuda. 8%

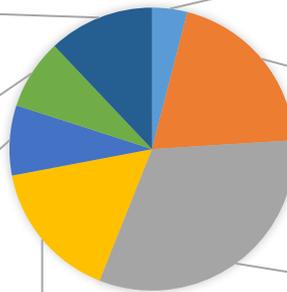
2. O QUE É MATÉRIA?

não sei 4%

não respondeu. 20%

É a massa de um determinado ser ou objeto. É tudo aquilo que possui massa ou matéria.(peso) Tudo aquilo que existe. 32%

Matéria é tudo aquilo que ocupa o espaço. 16%



É um determinado centro. 4%

Massa é tudo aquilo que tem grandes quantidades. É o que tem volume. 8%

É tudo aquilo que a gente ver. 4%

É que faz as melhores comidas. Pão, macarrão, salgados. Massa podemos dizer que tem massa corporal e a massa de alimentos. Massa é o que a gente ganha no dia a dia que tem no corpo humano. 24%

3. O QUE É MASSA?

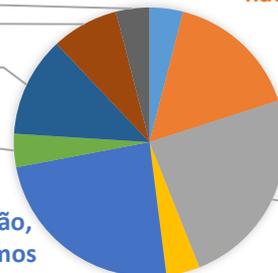
não sabe. 4%

não respondeu. 16%

Massa são coisas que a espessura. Tudo aquilo que podemos pegar. 12%

Massa é o conjunto de matérias. 4%

Massa é tudo aquilo que possui peso. Massa é tudo aquilo que consegue pesar. 24%



Peso é o número que dá ao se pesar. Quantidades de gramas. É para medir um objeto. Peso é tudo aquilo que tem quantidade que dá para pesar. 25%

4. O QUE É PESO?



Algo passa a ter peso quando a gravidade de um corpo maior passa a atrair o objeto. 4%

Também existem vários exemplos de peso pois esses movimentam nosso cotidiano. 4%

Algo que tem peso tipo algo bem pesado. Peso é tudo aquilo que pesa, ou tem textura. 17%

5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?

Massa é algo que ganhamos no corpo humano tipo músculos, e o peso é algo que ganhamos gordura. Massa é a matéria do nosso corpo. 8%

Massa tem espessura e peso é algo que pesa. Massa é as que possui peso, peso é tudo aquilo que pesa. 8%

Peso é peso, massa é massa. Existe diferença entre eles, se juntarmos os dois e forma essa massa em peso podemos obter algo diferente. 4%

Sim, massa esta em paredes e coisas assim. 4%

não respondeu. 36%

não sabe. 40%

Tudo aquilo que tem força como a eletricidade. É tudo aquilo que tem energia e te permite fazer várias coisas. Coelce, enel. 12%

6. O QUE É ENERGIA?

Peso é peso, massa é massa. 4%

É quando um objeto tem atrito. 4%

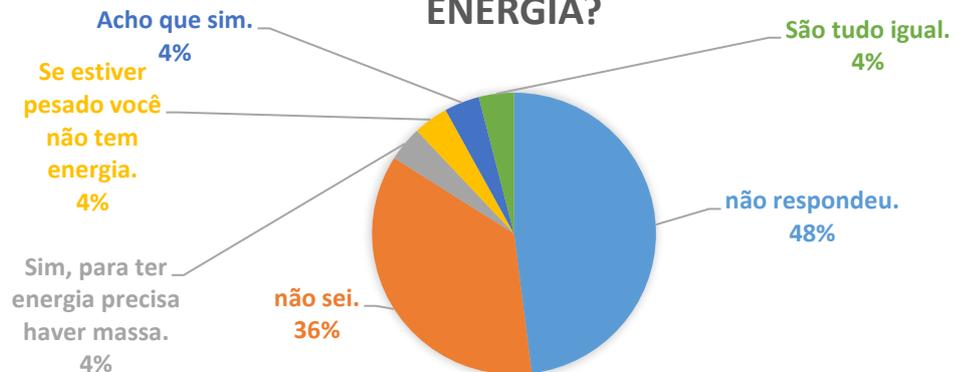
não sei. 4%

É tudo aquilo que transmite calor e luz que forma energia. 4%

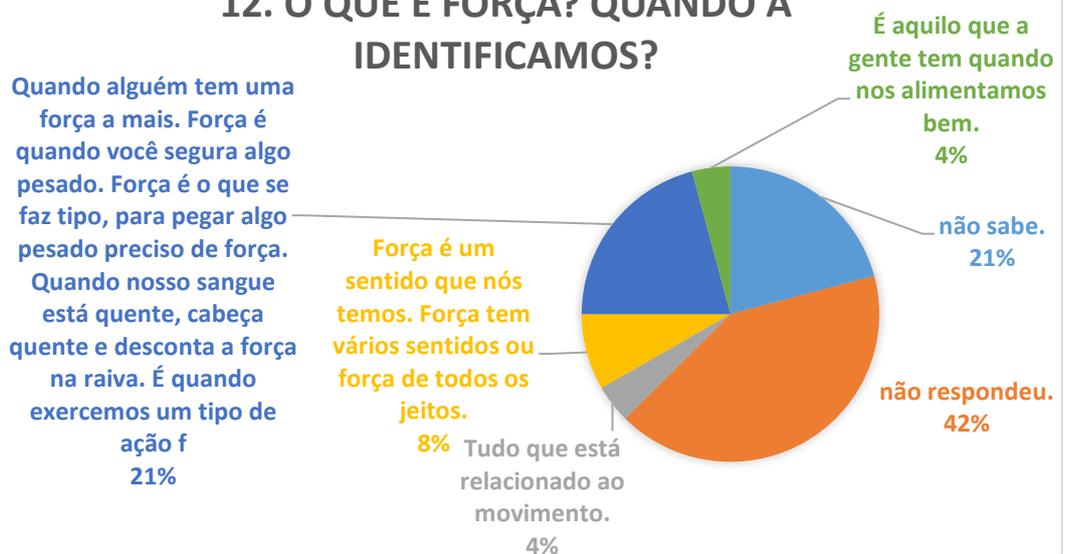
não respondeu. 28%

Energia é movimento ser eletrizado etc. Energia é quando ocorre o movimento de algo, todo movimento gera energia. É quando você está esperto e elétrico. Aquilo que desperta. Tem a energia corporal algo que desperta e também tem a energia solar. Energia é o 44%

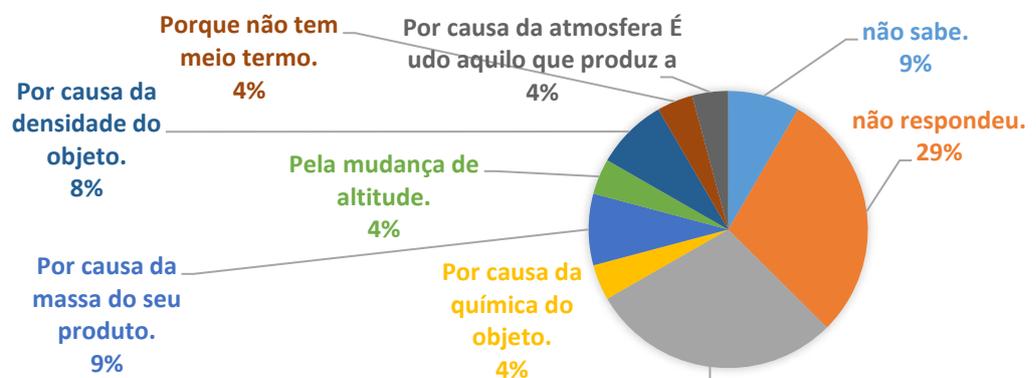
9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?



Porque ele pode ser maneiro ou pesado. O objeto muitas vezes flutua ou afunda depende do peso dele. Muitos dos objetos são pesados por isso afundam já o maneiro flutua por que não tem peso. Por que isso diz se ele é pesado ou não. Porque ele pesa.

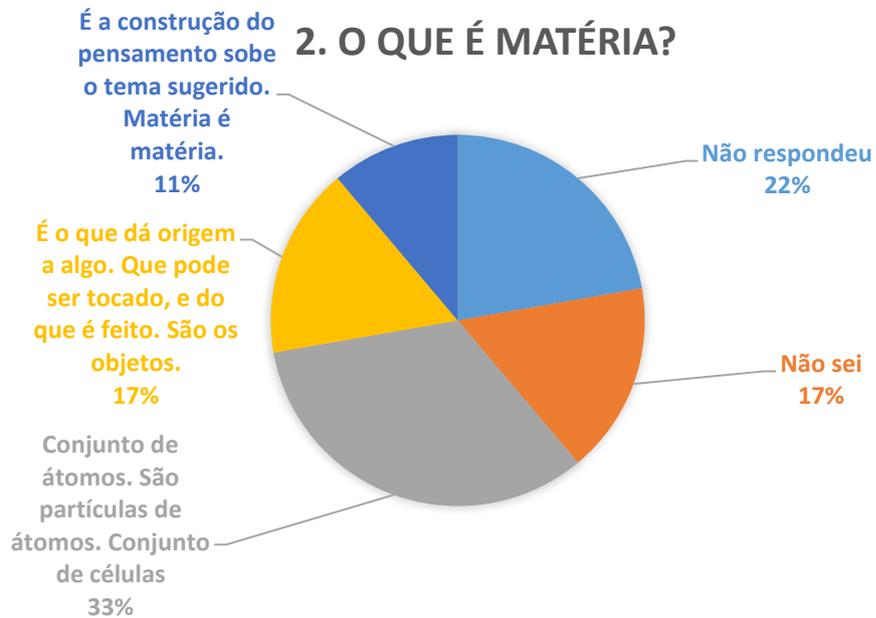
29%

1º ano D (18 alunos)

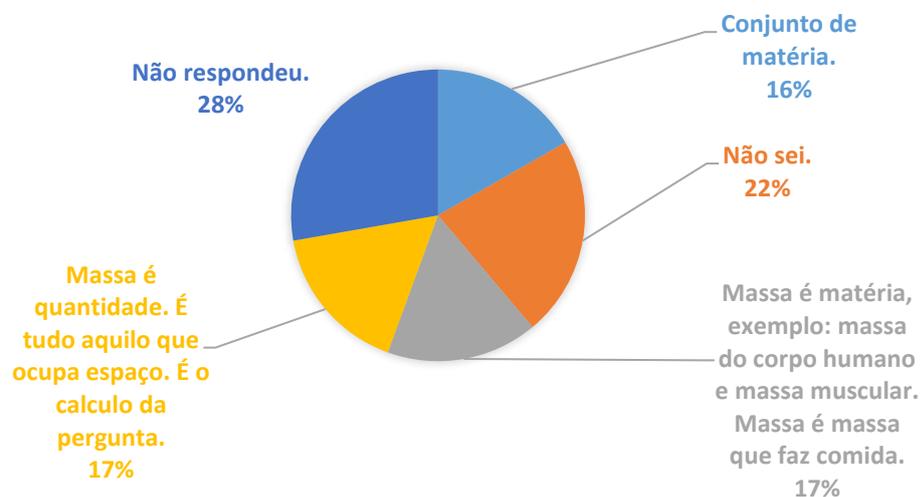
1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?

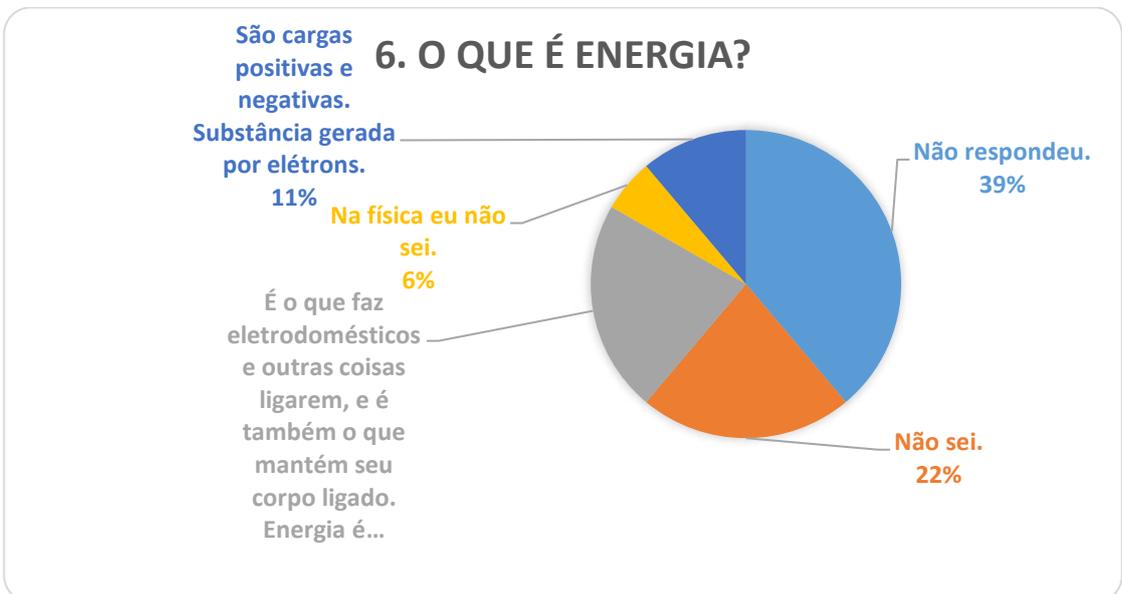
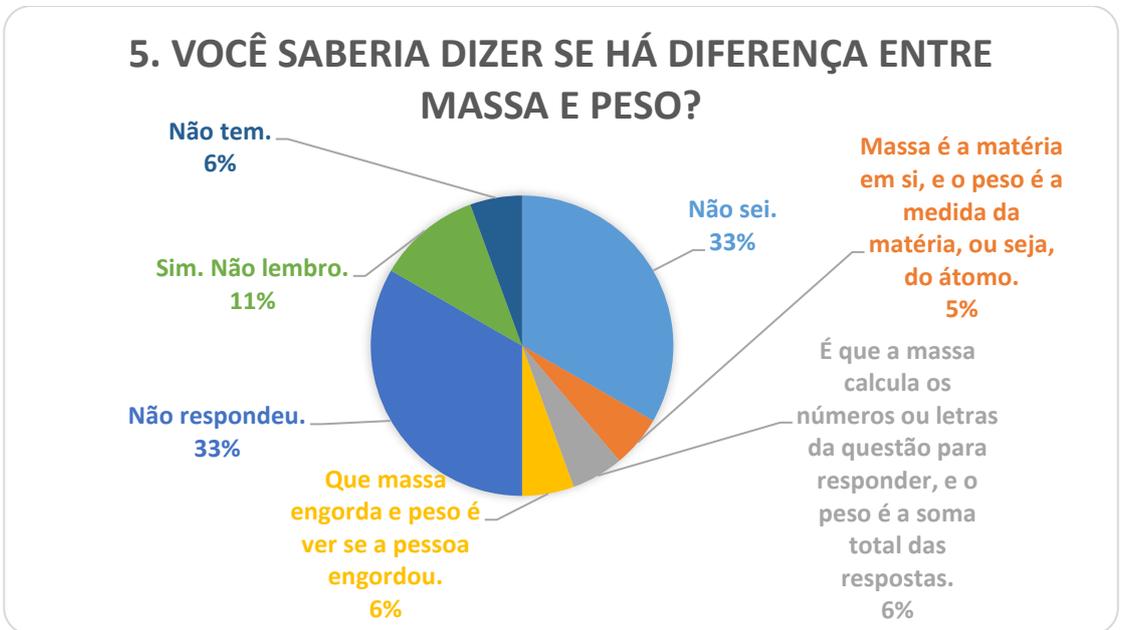
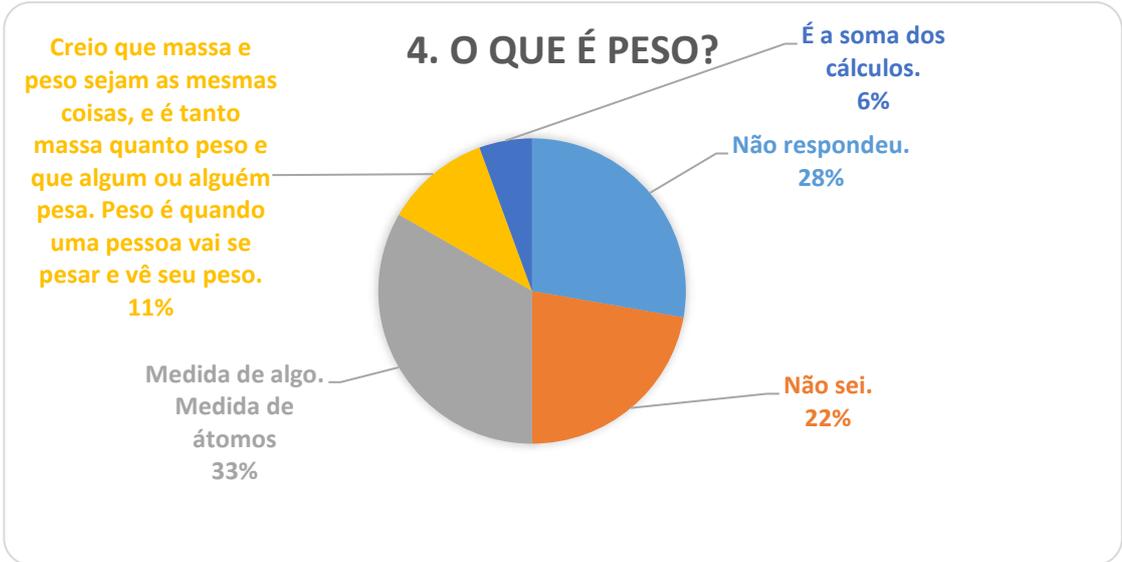


2. O QUE É MATÉRIA?

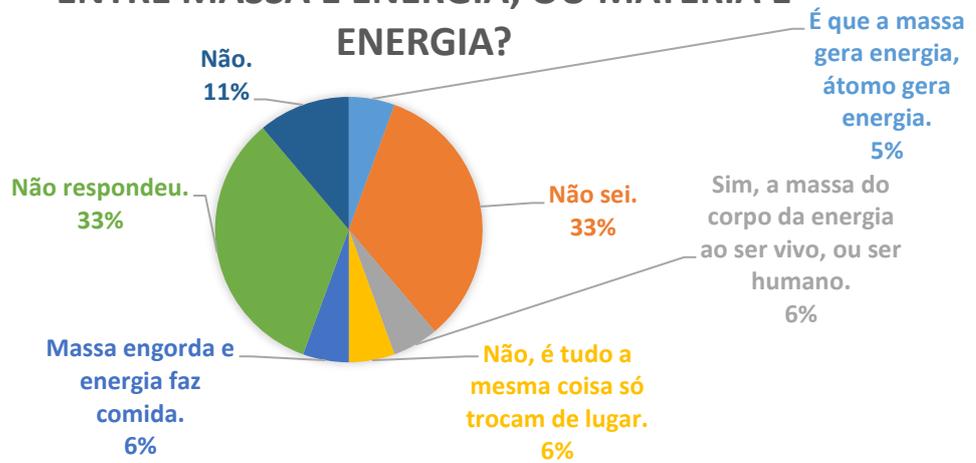


3. O QUE É MASSA?

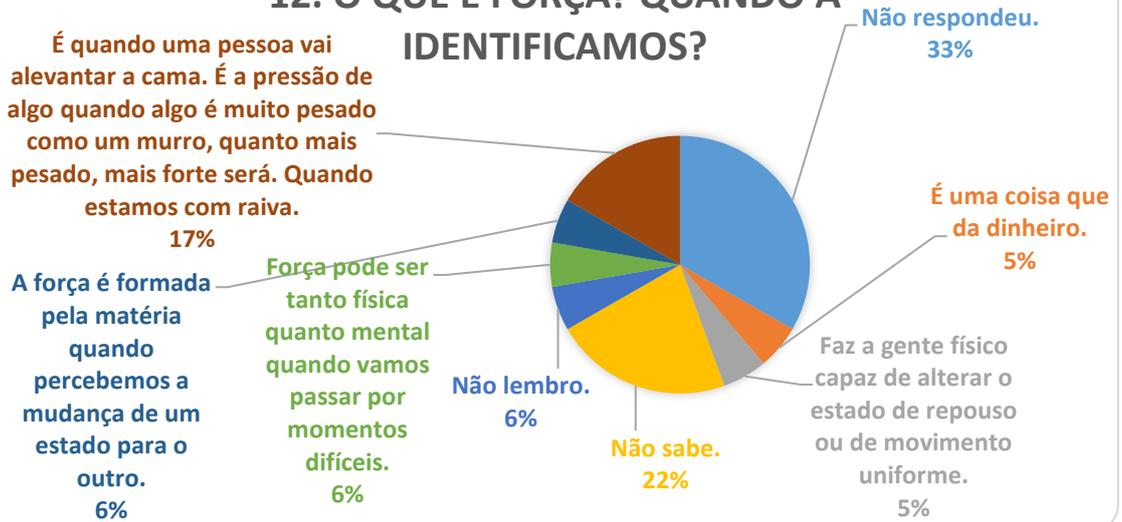




9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

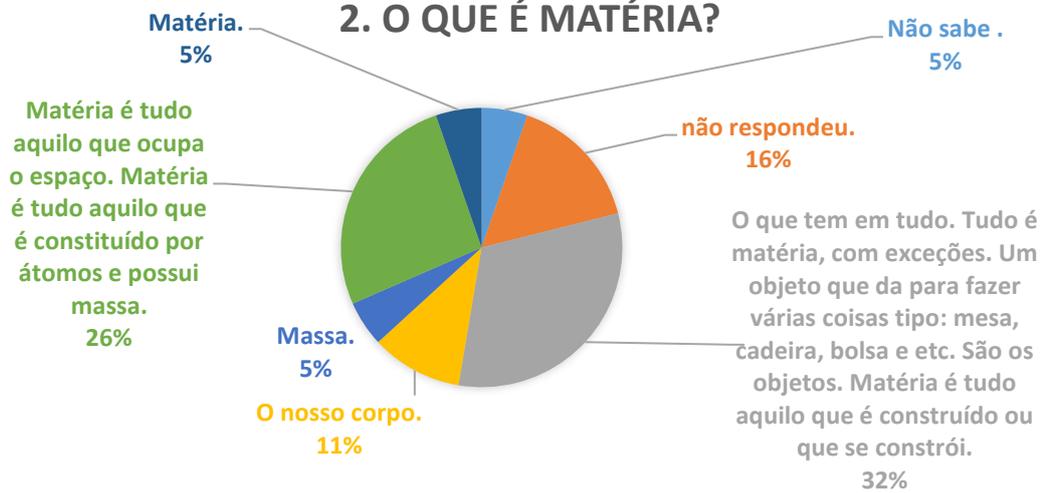


1º ano E (19 alunos)

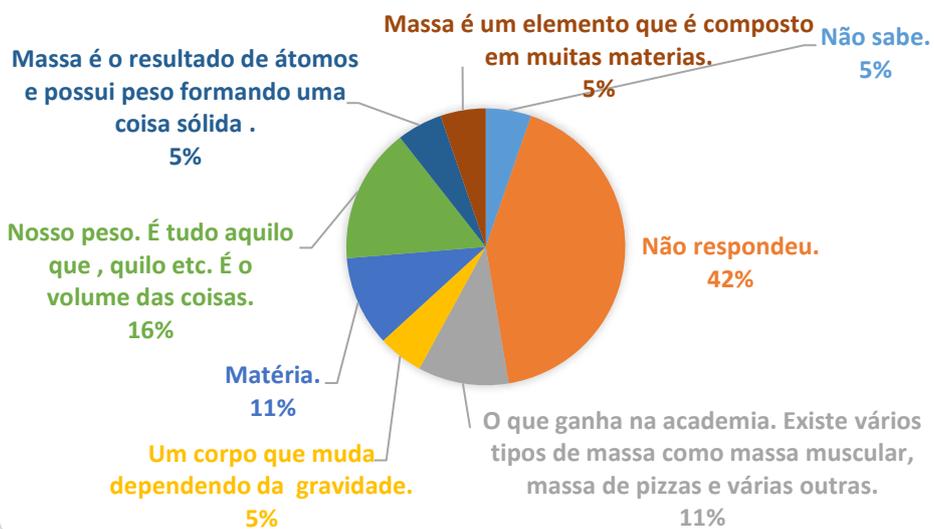
1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?



2. O QUE É MATÉRIA?



3. O QUE É MASSA?



4. O QUE É PESO?

Peso é uma coisa que a gente tá fazendo sozinha que ninguém ajuda, e a pessoa sente um peso nas costas que fazer... peso vem de uma palavra "pesada" peso é disso um elemento presente na nossa vida.

11%

Peso é a formação da massa em si constituída por materiais e partículas.

5%

Um material.

5%

Kg. é tudo aquilo que tem grama, quilo, etc. Quilos gramas etc. Peso é a quantidade quilos, gramas e etc, de cada objeto. O peso é a massa que temos no nosso corpo.

26%

Depende do peso.

5%

Não sabe
5%

Não respondeu
27%

O que se pesa. Algo pesado

11%

O peso é a gravidade que puxa um corpo para a terra.

5%

5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?

Sim, porque mesmo se os objetos tiverem o mesmo peso, a quantidade deles vai ser diferente.

5%

A massa lhe deixa forte e o peso lhe deixa pesado.

11%

Não sabe.
21%

Não respondeu.
63%

6. O QUE É ENERGIA?

Energia é uma fonte de calor formada por partículas elétricas positivas e negativas.

Energia elétrica, etc.

11%

Uma força que também é rápida ou também tem energia da comida. Tem vários tipos de energia. É tudo aquilo que comemos que nos dá disposição, e também é a luz.

16%

Como Albert Einstein, ela é um foco de luz em um tubo.

5%

Etimologicamente este termo deriva do grego "ergos" cujo significado original e literalmente trabalho a física, a ...

5%

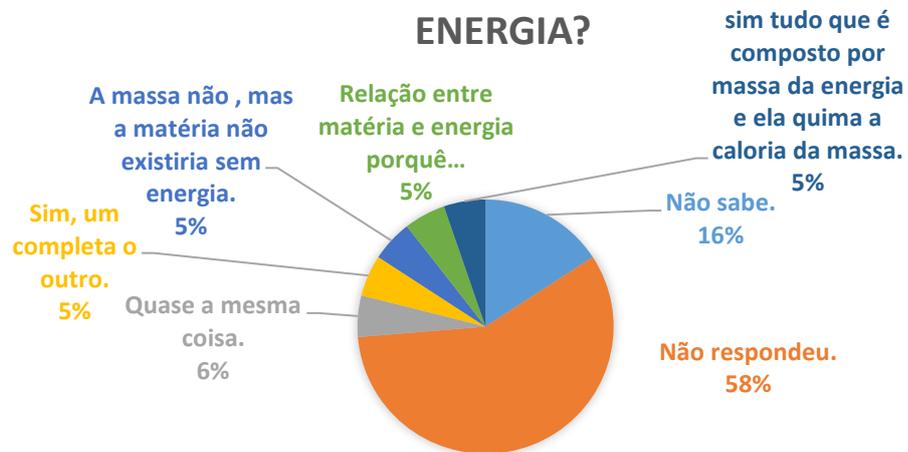
Não sabe *
5%

não respondeu.
42%

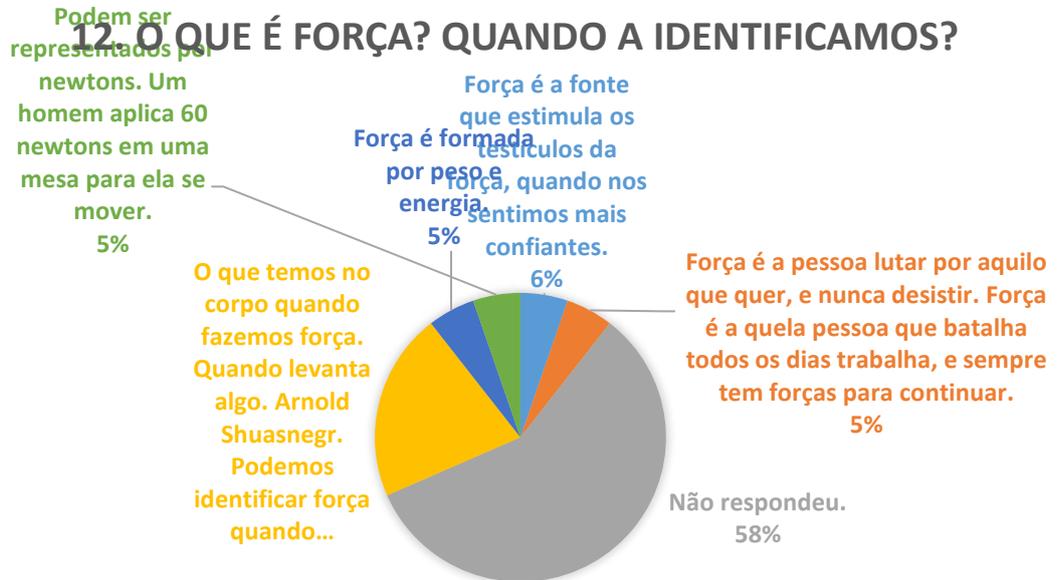
É uma coisa que é gerada por água. energia é a fonte que modifica tudo aquilo que precisa ter luz. É uma fonte que se dá para utilizar.

16%

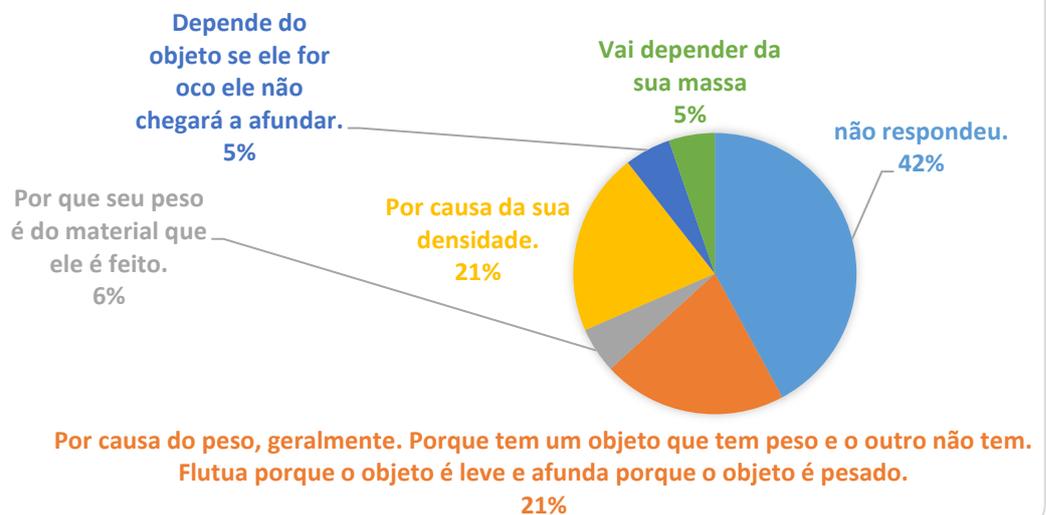
9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

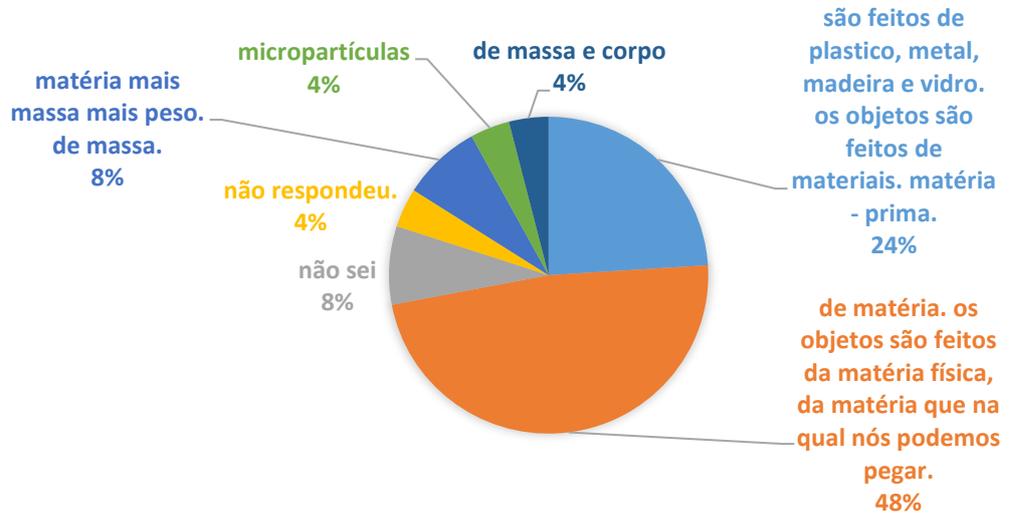


14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

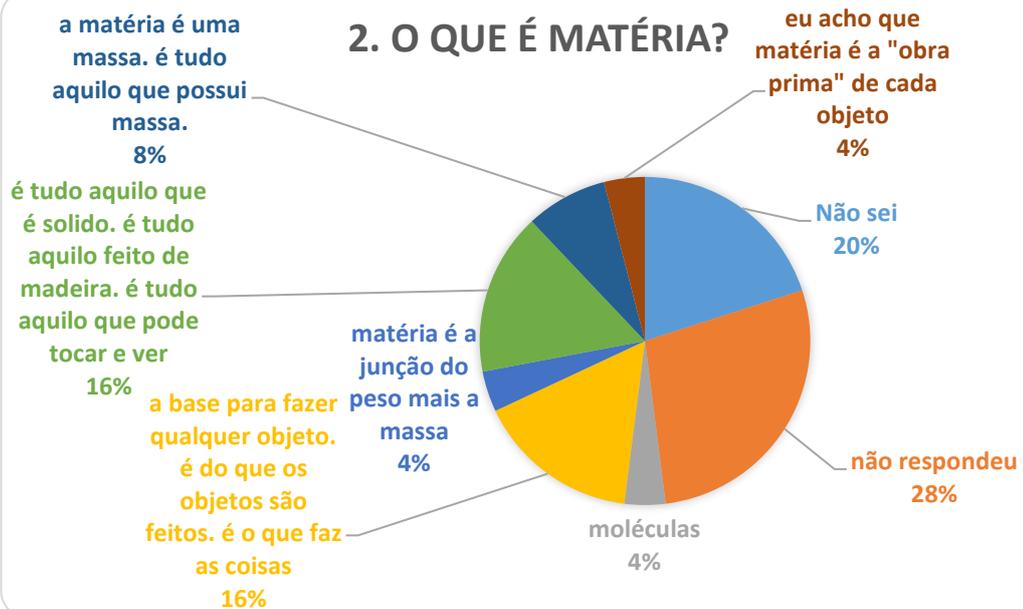


2º ano A (25 alunos)

1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?



2. O QUE É MATÉRIA?



3. O QUE É MASSA?



4. O QUE É PESO?

é a quantidade de massa que existe em um objeto. é a quantidade de alguma coisa. peso é a forma de calcular a massa dos corpos. Seja eles seres vivos, ou nao. 36%



5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?

Massa é o objeto, do que ele é feito. Peso é o cálculo que mostra a quantidade. 4%

A diferença que a massa são a massa muscular do corpo e o peso é de acordo com a gravidade da terra. Ex: 50(peso ou massa) x 10(gravidade) = 500, isso é o peso. 4%

sim, porque o peso de um objeto é diferente de sua massa. um relaciona gravidade, o outro massa 8%

a diferença é que massa é usado na física e o peso é usado no cotidiano. 4%

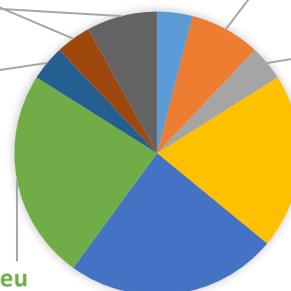
massa, popularmente falando, é o peso de algo, o peso eu não sei. peso é o que pesa a massa. 8%

A massa é uma quantidade não muito alta, quanto ao peso 4%

sim. sim, não sei explicar essa diferença 20%

não respondeu 24%

não sei 24%



6. O QUE É ENERGIA?

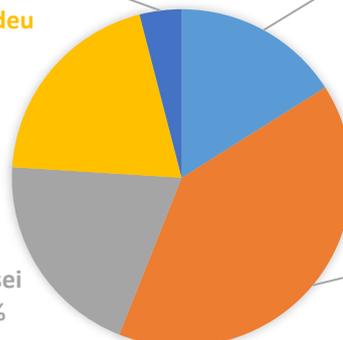
energia é o que dá carga para fazer com que outra coisa funcione 4%

não respondeu 20%

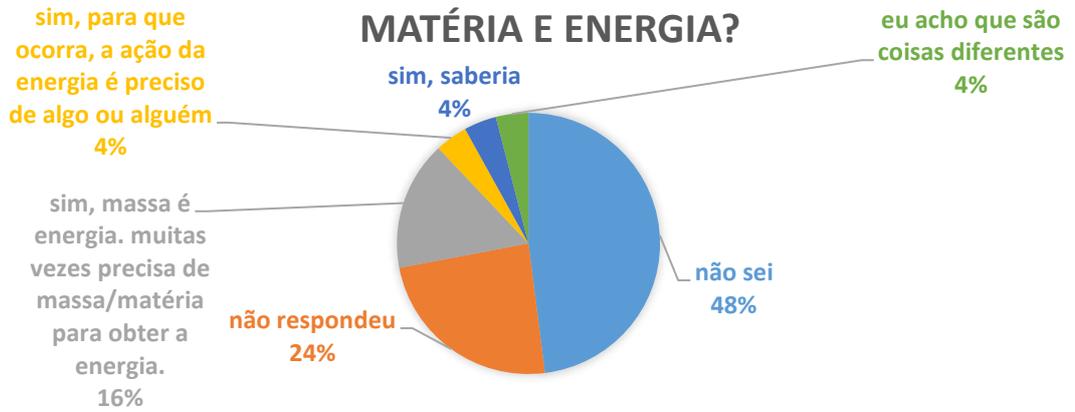
não sei 20%

é um elemento. é aquilo que nos da luz. é o que se forma através, desde água se movendo, até a luz solar. 16%

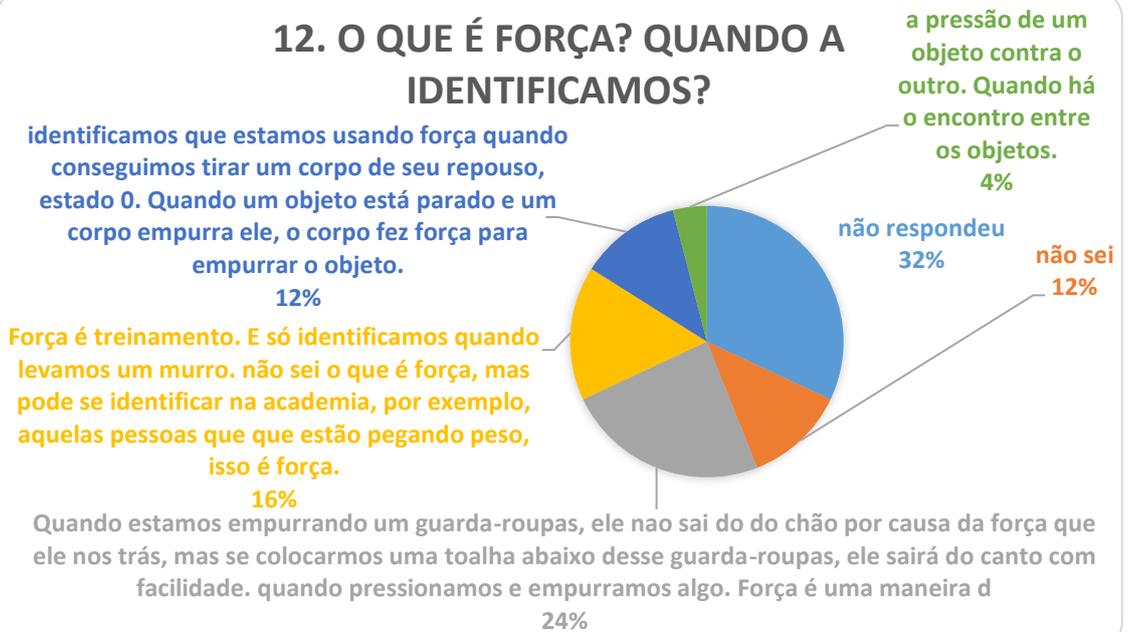
são cargas elétricas. é a quantidade de eletricidade. energia é eletricidade, não só eletricidade como força do corpo e etc. é a força do ser humano, o impulso do corpo, o quanto ele aguenta trabalhar. são correntes elétricas ou energia do corpo que mantém 40%



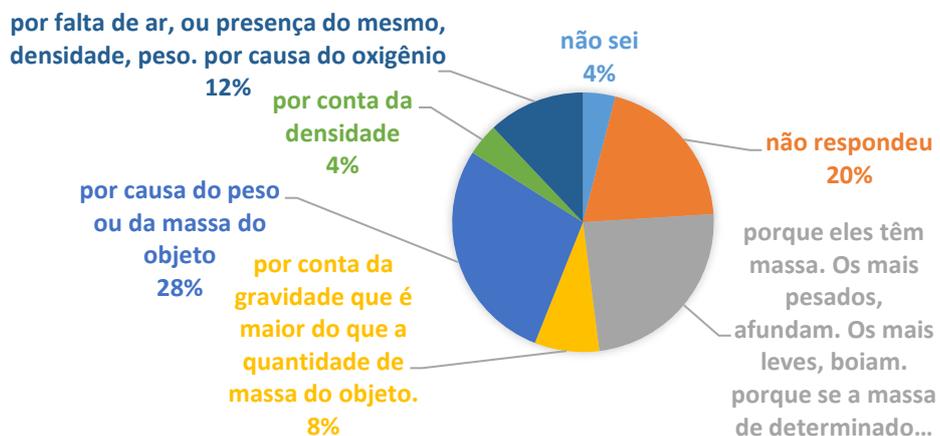
9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

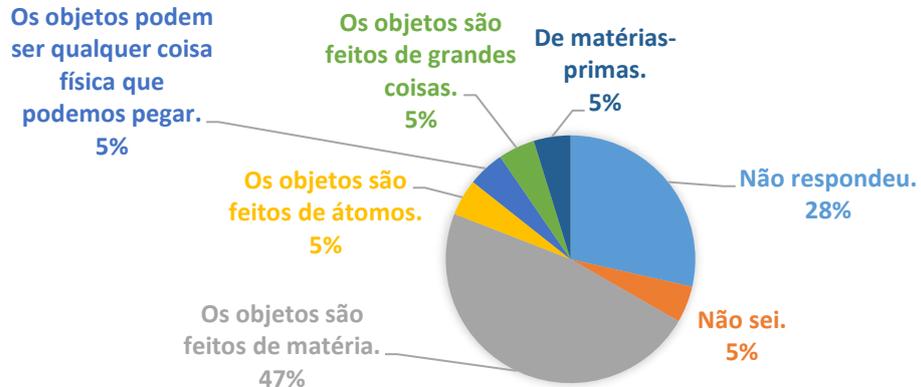


14. PORQUE UM OJETO FLUTUA OU AFUNDA?

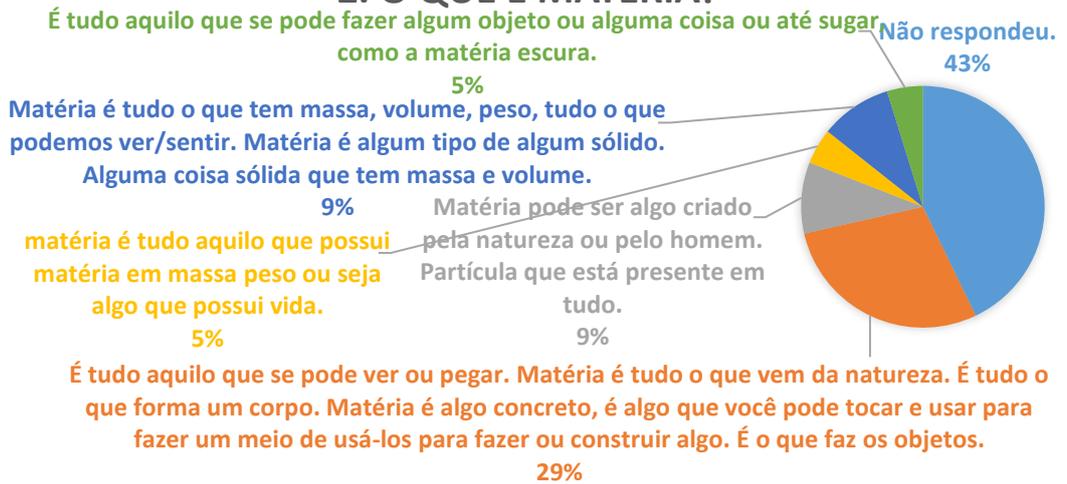


2º ano B (21 alunos)

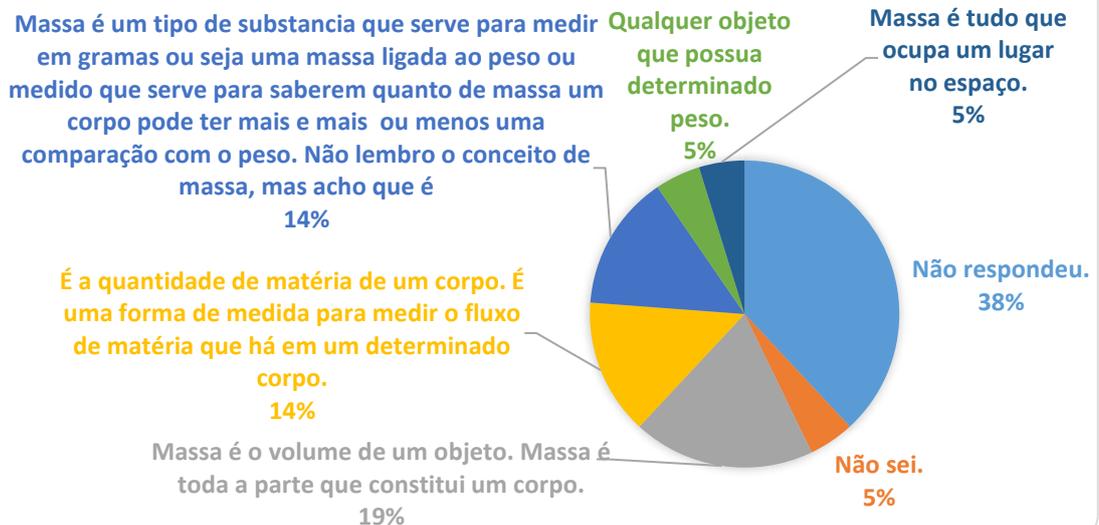
1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?



2. O QUE É MATÉRIA?



3. O QUE É MASSA?



4. O QUE É PESO?

É tudo aquilo que ao tocar as mãos humanas é impossível de segurar sem fazer algum movimento brusco ou movimentar alguma parte do corpo. Peso é a medida em que seja o objeto, ou corpo, ou qualquer coisa sendo medida para saber o peso que mede quanto quilo

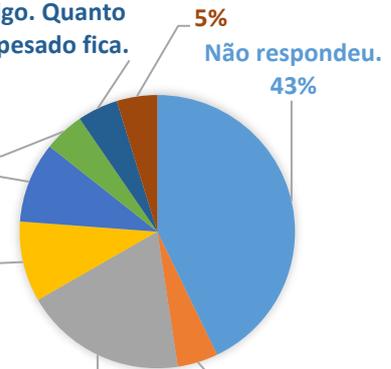
Peso é a massa do nosso corpo multiplicado pela gravidade do lugar em que estamos. É a massa influenciada pela gravidade.

Peso é o volume de algo. Quanto mais volumoso, mais pesado fica.

Peso é equivalente a densidade do objeto com relação a massa e também com relação a gravidade do local.

Peso é tudo aquilo que tem Kilo, ou seja, tudo o que pesa. Peso é aquilo que é pesado. É o tanto que cada coisa pesa.

É a quantidade de um objeto.



5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?

Mais ou menos porque a massa ela é medida de quanto em massa o corpo possui e o peso é todo aquilo que o corpo possui tipo o quilo.

Massa seria a quantidade ou a espessura de algo. O peso seria o volume e quanto pesa tal coisa. Massa é equivalente ao volume/área de um objeto que nem sempre diz jus ao seu peso que é basicamente sua densidade sobre a área de um objeto.

A massa é a mesma independente do lugar, o peso muda de acordo com a gravidade. O peso é dado a partir da massa, mas em outro lugar fora da terra, ex: lua, um objeto que na terra pesa 40Kg, na lua tende a ficar mais maneiro por conta da massa da lua ser men

Sim, o peso é diferente da massa porém precisamos da massa para descobrir o peso.



6. O QUE É ENERGIA?

Energia é algo que faz um tipo de individuo ou corpo ou objeto funcionar ou percorrer ou fazer algo ou movimentar sem energia algo seria capaz de se quer sair do canto ou movimentar ou fazer algo.

É uma corrente elétrica que nos ajuda. É a fonte de combustível para aparelhos elétricos. Carga de prótons. Energia é tudo aquilo que é gerado tendo moléculas: Nêutrons e elétrons podendo assim da mais vitalidade a algum tipo de matéria. Porque utiliza

Energia é algo essencial para sobrevivermos, pois tanto a energia física como a material nos da condições de vida melhor, a física nos da disposição para podermos ficar ativos e fazer o que precisamos, e a material nos da luz para podermos sobreviver. Ener

Energia é uma força gerada pelo movimento da matéria e vice e versa.



9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?

Geralmente precisamos de matéria e energia. A massa é tudo que ocupa um espaço então a energia faz parte dessa ocupação. 10%

Massa precisa de determinada quantidade de energia dependendo da quantidade de massa. Matéria pode gerar ou consumir energia para reações. Matéria é energia, pois a energia é constituída pela matéria para poder gerar. 9%

Quando mais massa, mais energia haverá, pode se fazer vários tipo de matérias com determinadas energias. Sim, matéria as vezes gera energia com outros elementos mas no cotidiano usamos muita energia para mover a matéria, como a energia utilizada na caneta 14%

Sim, na matéria muitas vezes há moléculas de nêutrons e elétrons podendo-as eletrizá-las. 5%

Energia eólica, energia gerada pela água, etc. 5%

Há matérias que por si só possuem energia como o cobre, eu acho. 5%

Não sei. 9%

Não respondeu. 43%

12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

Ter força é conseguir levantar algo. Quando pego algo pesado e consigo levantar. Força é uma capacidade de levantar algo que é pesado ou ter força para ter estabilidade e identificamos através de nossa força ou músculo. 14%

Quando choca dois objetos existiu uma força neles. 5%

É a ação que dá movimento e identificamos quando um corpo movimenta outro. A força pode ser aplicada a um objeto por um ser, outro objeto ou pessoa. Ela pode ser identificada através de algum impulsionamento a alguma direção. Força é quando um objeto se lo 29%

Força é quando há algum trabalho em relação ao objeto. 5%

Não respondeu. 33%

Não sei. 5%

Força é quando um individuo coloca seu peso pra dar força. Força é a capacidade. Força é a pressão que fazemos em relação a algum corpo físico. 9%

14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Por conta da gravidade. 10%

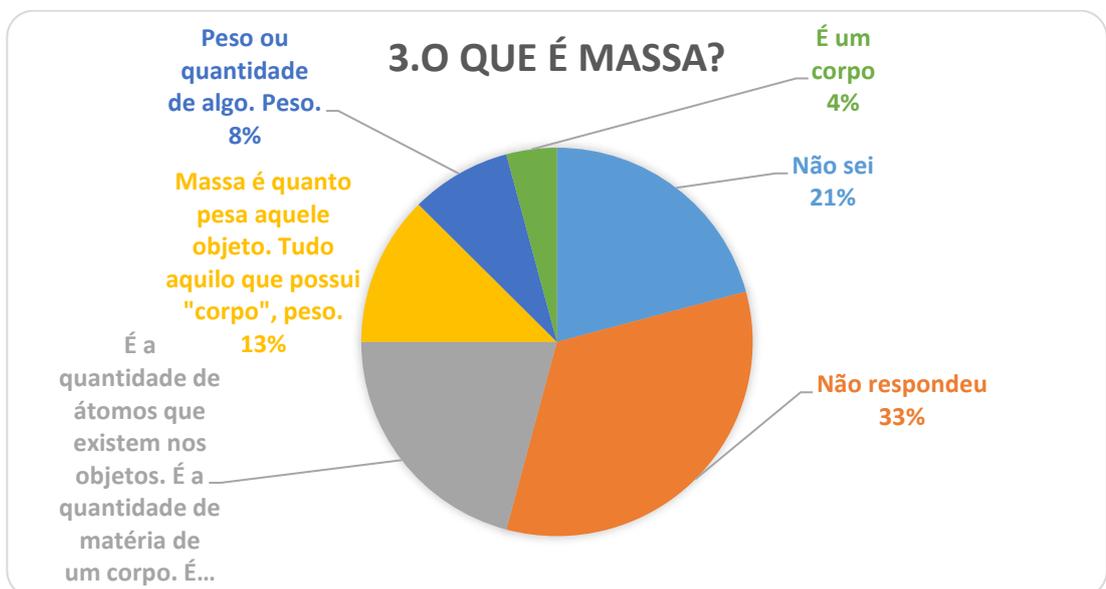
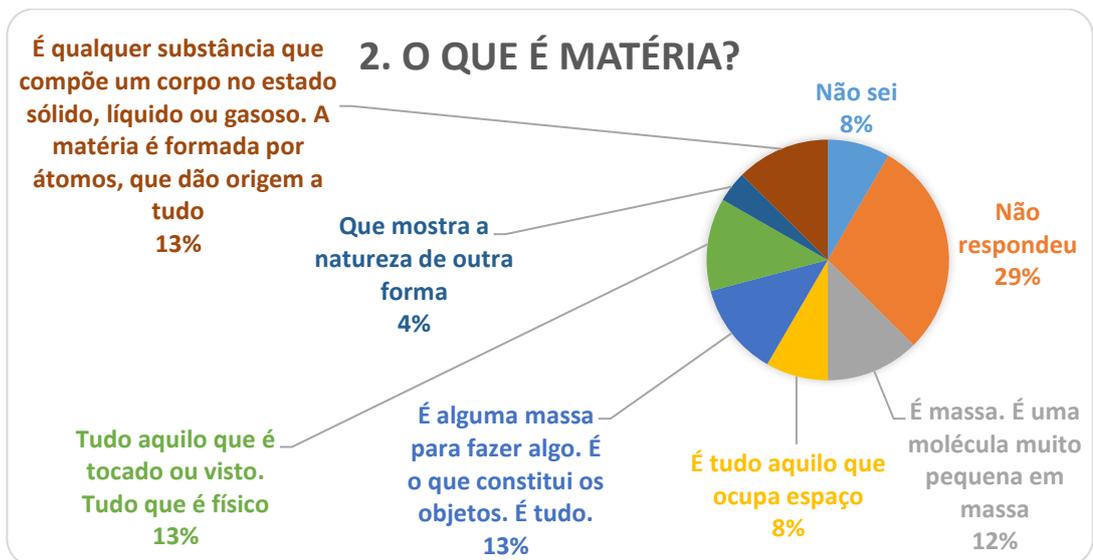
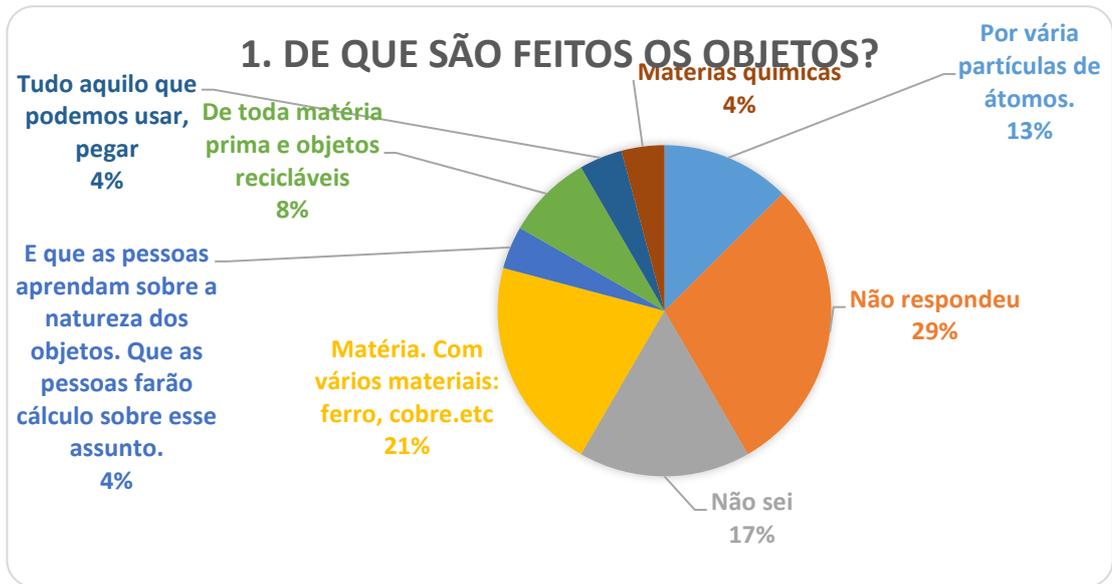
Depende do peso. Leve flutua, pesado afunda. 24%

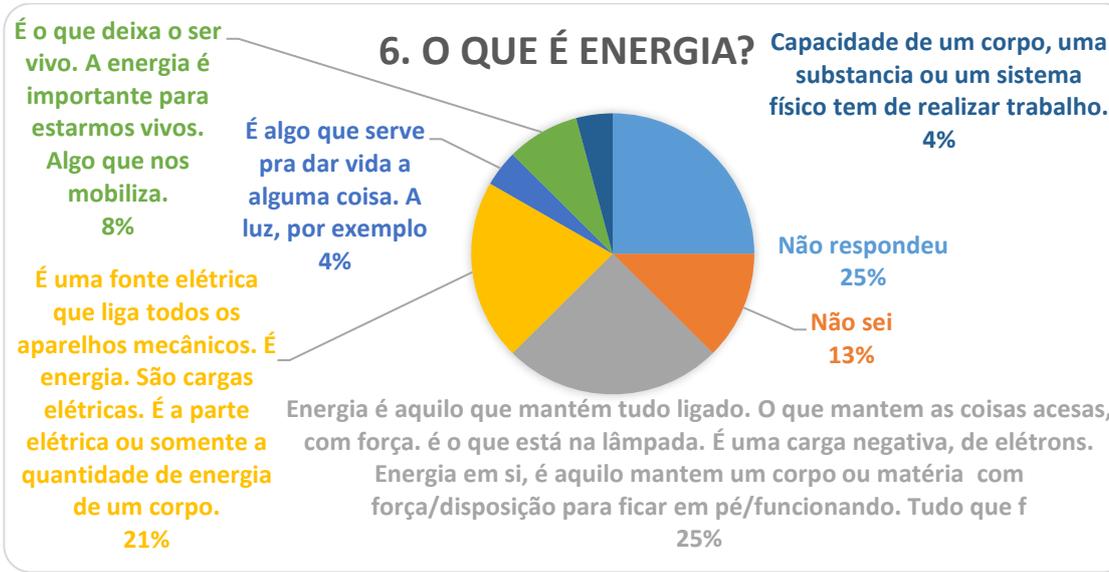
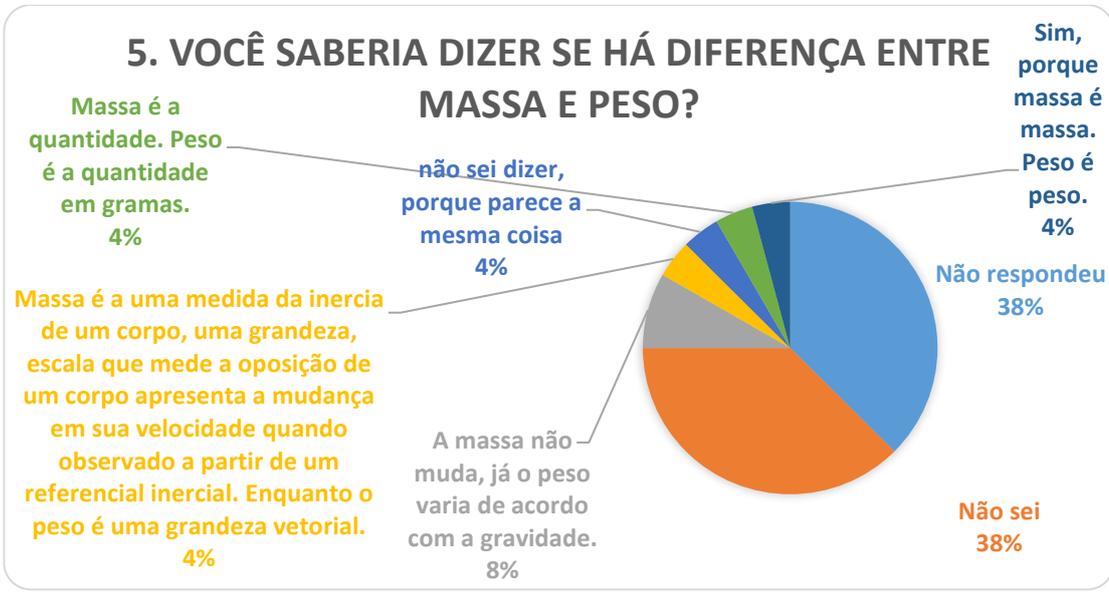
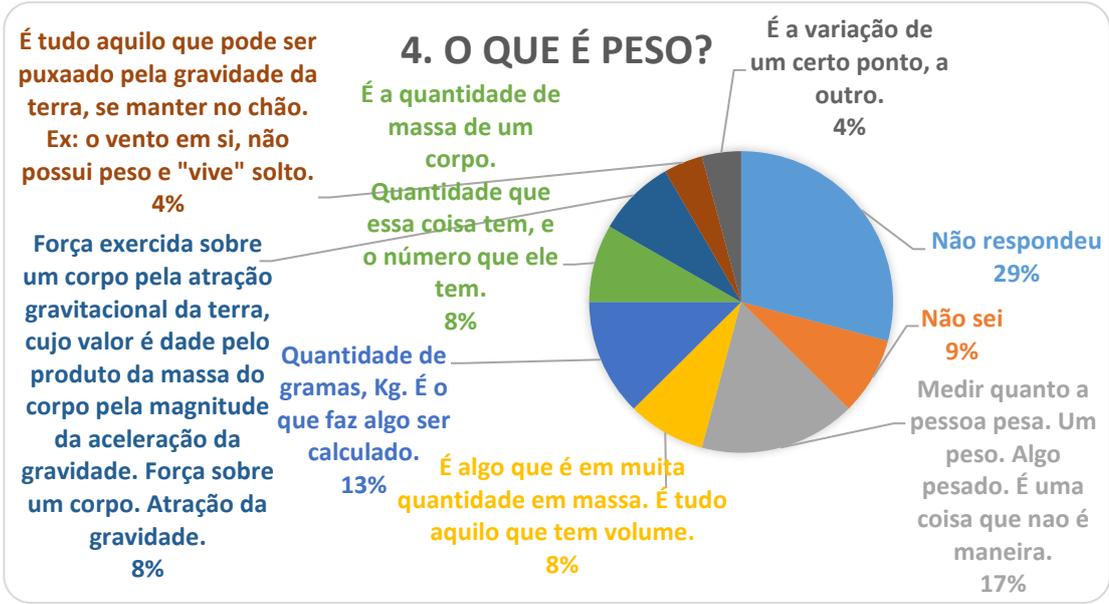
Dependende da sua densidade. Densidade da água ou massa. 24%

Não sei. 9%

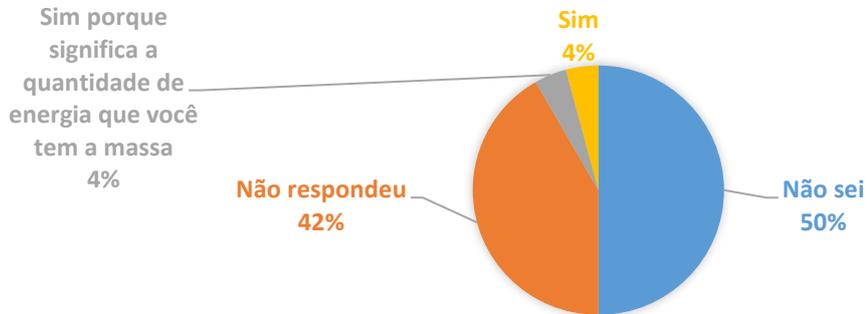
Não respondeu. 33%

2º ano C (24 alunos)





9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?

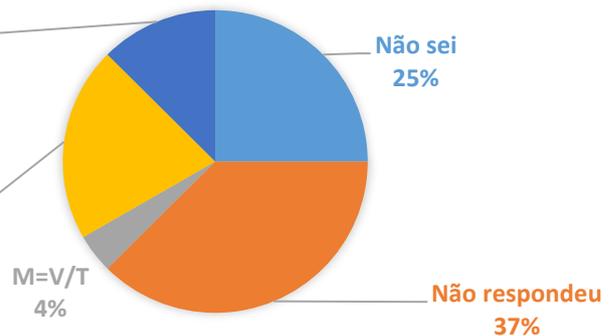


12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

É quando necessitamos de pegar um peso, precisamos da força para levantar o peso. É a quantidade que você coloca para levantar alguma coisa. Força é a atividade física que faremos ao, por exemplo, mover algum objeto pesado. Um exemplo de força pode ser vis 13%

Algo que impulsiona. Quando entramos em contato com algum objeto e ele se move com uma certa velocidade.

Tudo que tiver uma força maior sobre o objeto que faça ele se movimentar. Força é algo aplicado em algum corpo. 21%



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Porque ou ele é muito leve, ou é muito pesado. Vai depender de seu peso e de sua matéria. Pela quantidade de massa que o objeto tem. 13%

Se a densidade do objeto for maior que o da água, ele vai afundar. Se for menor, ficará boiando em cima da água. 4%

Ele afunda se for todo fechado e flutua se tiver espaço dentro. Porque depende se tem ar ou não, o objeto afunda ou não. 8%

Por conta da física. 4%

Por causa do empuxo 4%

Por causa da gravidade 13%

Por causa da sua pressão. 4%



3º ano A (28 alunos)

1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?

De acordo com alguns filósofos pré socráticos , tal como Demócrito, diziam que tudo é composto por partículas minúsculas, nas quais eles chamaram de átomos. Os objetos são compostos por uma pequena partícula de átomo que no mais aprofundado conhecimento so

11%

São feitos de matéria
43%

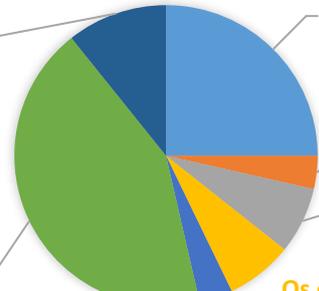
São feitos de uma meta que a pessoa precisa alcançar.
4%

não respondeu
25%

Não sei.
3%

Os objetos são feitos de matéria orgânica natural. Matéria e células.
7%

Os objetos são feitos a partir de moléculas (átomos)etc.”
7%



2. O QUE É MATÉRIA?

A matéria é dependente de um composto químico que foi conhecido por cientistas de várias áreas, sua especialidade é dar existência a algo. Unidade básica para existência das coisas são átomos como células do corpo humano. Matéria são elementos.

Matéria pod
15%

São elementos encontrados na natureza.
4%

É o que é físico , o que se pode tocar.
8%

não respondeu.
15%

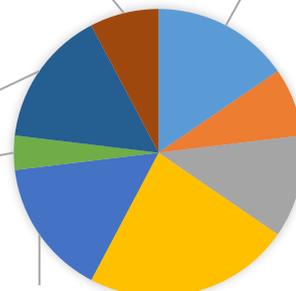
É uma disciplina de escolar. Matéria é o que se pode ser estudado.
8%

Substâncias que constituem o corpo sólido ou gasoso.
12%

Tudo aquilo que compõe um objeto. São corpos materializados. Matéria é tudo aquilo que compõe os objetos, para manter-se equilibrada no espaço-tempo existe a anti-matéria.

15%

Tudo que tem massa e ocupa espaço.
23%



3. O QUE É MASSA?

A massa é uma experiência da física. A massa é uma mistura química formando uma determinada matéria. **7%**

É a quantidade de matéria. É uma quantidade de um objeto. Grandeza, corpo e matéria. **11%**

É o tanto de peso que um objeto possui. É um peso de um corpo. Peso de um objeto. É o peso. Medida de peso corporal do indivíduo ou do objeto. Não lembro muito, mas é alguma coisa relacionado ao peso dos objetos. **30%**

É a densidade de um corpo ou objeto.' **4%**

Não sabe **11%**

Não respondeu. **7%**

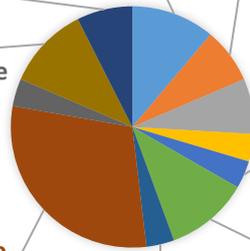
O que eu entendo, é massa muscular. Matéria sólida ou pastosa. **7%**

Massa ela dá a medida da inercia ou da resistência.' **4%**

É o que ocupa o espaço.' **4%**

Massa é a quantidade de elementos no qual ela esta ou pertence. Massa, pode ser a parte material na qual é composta um corpo ou uma substância. É a composição das coisas e objetos que temos o contato físico. **11%**

Massa é a medida daquele objeto sem influência da gravidade (medida de peso).'
4%



4. O QUE É PESO?

Peso é a densidade corporal ou substancial de algo.' **4%**

É um cálculo feito através da gravidade de acordo com matéria e massa. Peso é a massa de um objeto levado em consideração a influência da gravidade. **7%**

Peso é a quantidade de carga que eles levam.' **4%**

Peso é a força gravitacional sofrida por um corpo na vizinhança de um planeta ou de outro corpo de massa.' **4%**

não sabe. **7%**

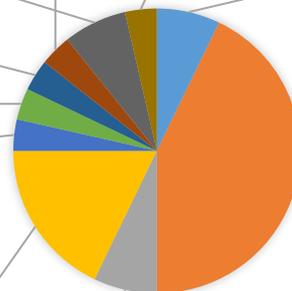
O peso é a junção entre a massa e a matéria que se auto identifica.' **3%**

É o volume de um corpo.' **3%**

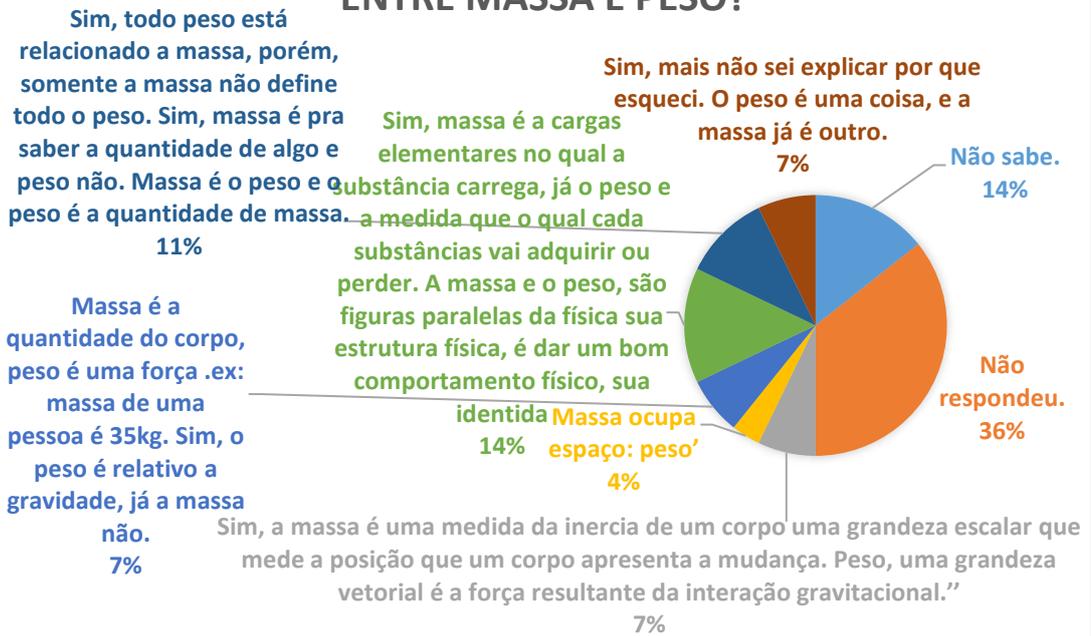
não respondeu. **43%**

Uma força exercida sobre todos os corpos presentes na atmosfera de tal ambiente. É a força que age o tempo todo em todos os objetos. Força exercida sobre um corpo dado pelo produto da massa corporal. **18%**

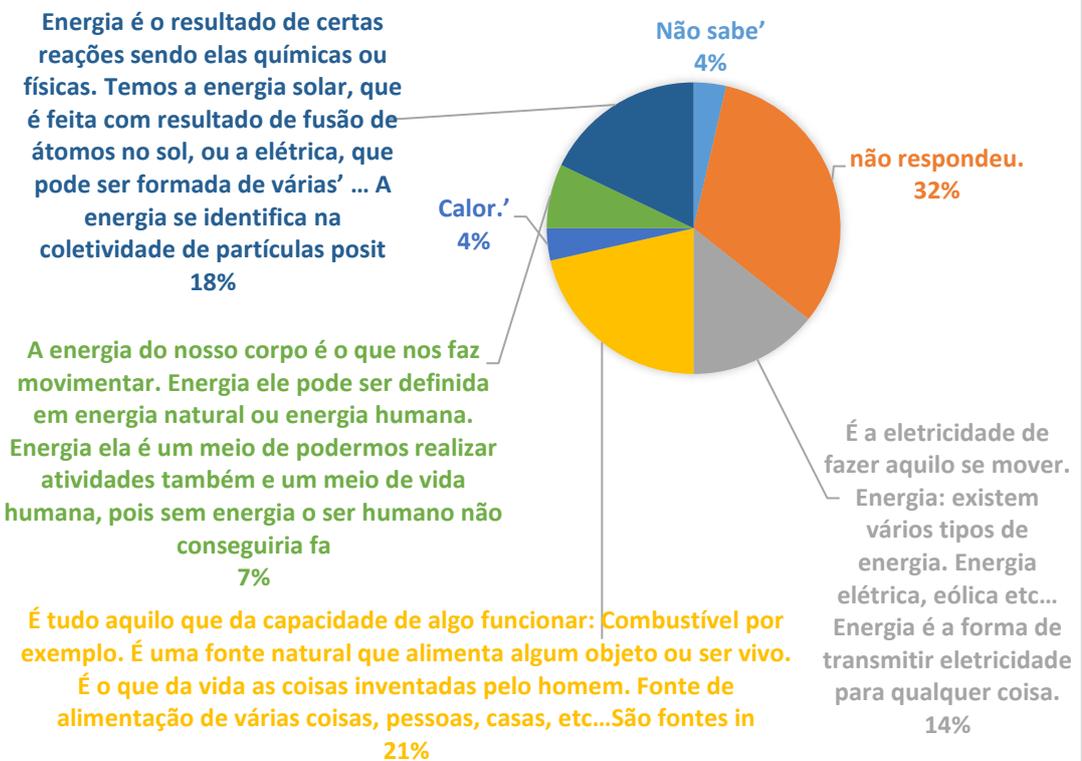
É uma quantidade de gramas ou quilos. É a quantidade de massa determinada em alguma categoria. (kilo, grama) **7%**



5. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ DIFERENÇA ENTRE MASSA E PESO?



6. O QUE É ENERGIA?



9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?

A matéria possui carga de energia, mas ela é matéria. Uma energia ela por si só, têm sua finalidade.'

4% Einstein, fez a famosa fórmula que comprova que energia tem massa e pode ser calculada.'

Sim, os corpos materiais tanto necessitam de massa para se ter uma densidade de um certo corpo, como uma força também, como de energia para se ter força sobre um outro corpo material.'

A massa ela interrompe a energia.'

Sim, pois ambos precisam de energia.'



12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

Força é quando: um carro puxa o outro ou uma pessoa pega um peso. Força é uma determinada coisa que alguém faz, ela pode ser a força muscular ou a base de magnetismo. Em imãs, força de movimento ou força braçal. É alguma coisa e identificamos quando faz al

É uma força sobre um corpo, onde recebemos a mesma ação de volta. A força se conhece quando duas matérias ou dois objetos em movimento entra em atrito.

Unidade de movimento.'



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Os objetos flutuam por terem um peso mínimo. E a afundam por terem um peso muito elevado. Porque flutuam não tem peso e só afunda por causa do peso que tem. Por que ele é oco por dentro, ou pesado que pode afundar. Uma melancia flutua na água um pneu afund

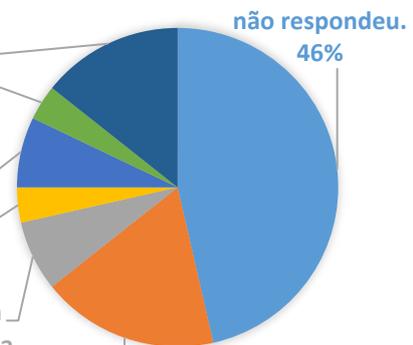
Ele afunda por conta do peso. Por conta da gravidade que o peso que um ser tem nós seres humanos faz com que não flutuemos no espaço.

Quando eu tenho dois objetos de massa diferente, a possível hipótese de flutuação e queda se concretiza.'

Por conta da densidade e da matéria."

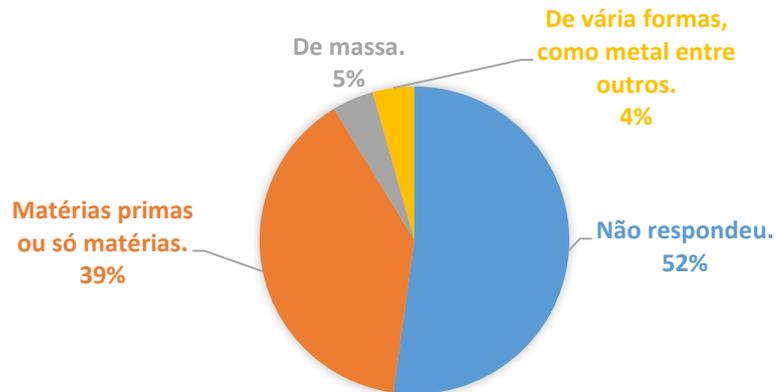
Por causa da gravidade e da força do objeto."

Por causa da sua massa dependendo da quantidade de massa ele afunda ou boia. Por conta do material que existe dentro dele. Porque a quantidade de massa que se tem no objeto identifica se ele flutua ou afunda. Por que são relativos a gravidade do ambiente d



3º ano B (23 alunos)

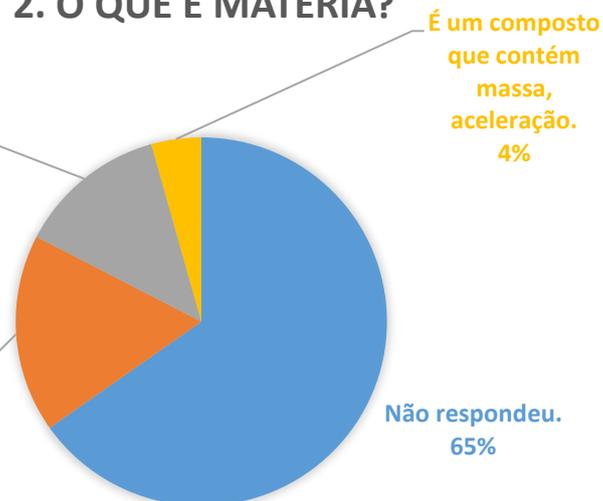
1. DE QUE SÃO FEITOS OS OBJETOS?



2. O QUE É MATÉRIA?

São fontes naturais usadas para construir objetos. Componente que dá origem a coisa. Matéria é o objeto que se usa.
13%

Tudo aquilo que ocupa lugar no espaço
18%



3. O QUE É MASSA?

Massa muscular ou massa do pão. A gente precisa ganhar no corpo.
9%

Tudo aquilo que é objeto.
4%

É a medida da inercia ou da resistência de um campo em ter seu movimento acelerado.
4%

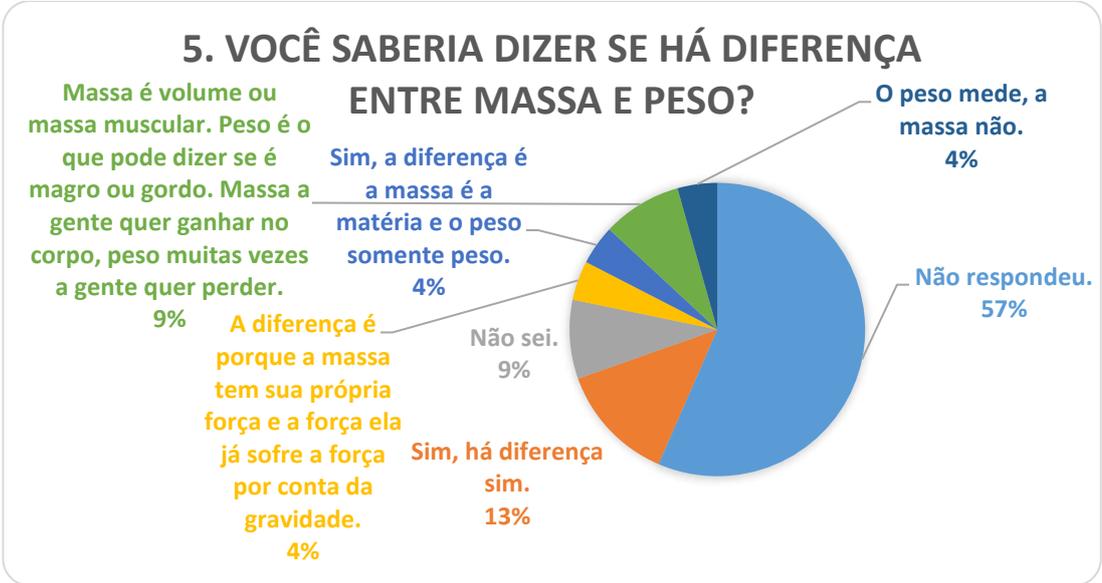
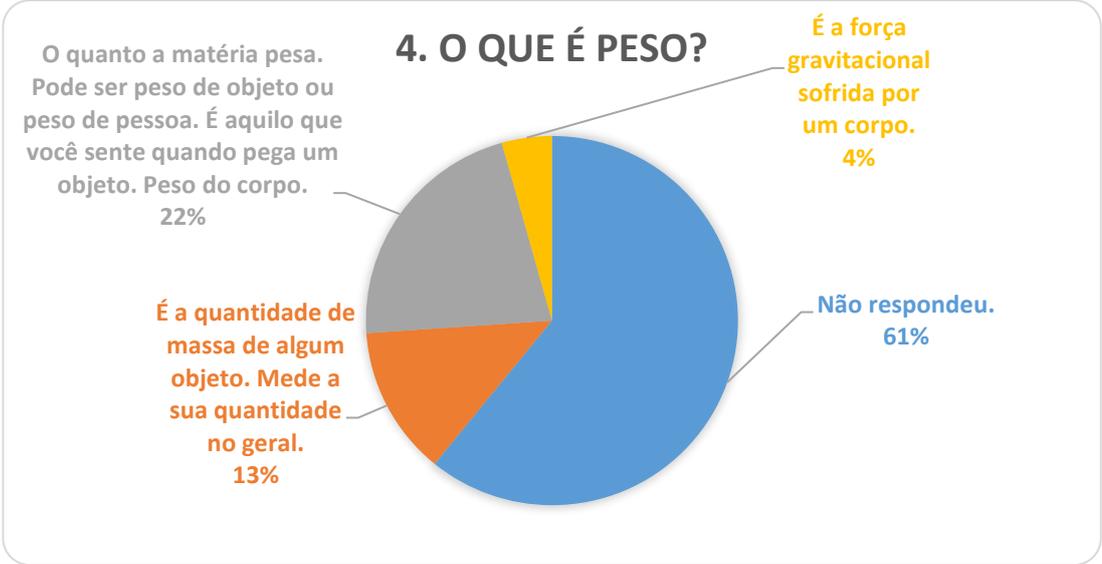
A massa é do ar.
4%

É o peso da matéria.
9%

Quantidade e densidade de um objeto. Usada para medir a quantidade de algo.
9%

Não respondeu.
61%





9. VOCÊ SABERIA DIZER SE HÁ ALGUMA RELAÇÃO ENTRE MASSA E ENERGIA, OU MATÉRIA E ENERGIA?

Massa é aquilo que dá o objeto. Energia é aquilo que o objeto/peso transmite. 4%

Só sei que tudo fortalece o corpo humano. 5%

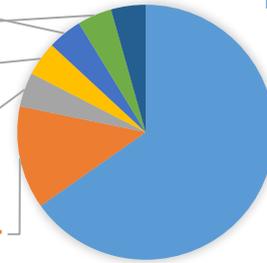
Toda matéria que não seja isolante, tem energia em seus átomos seja ela positiva ou negativa. 4%

Quantidade de massa de um corpo. 5%

Não sei. 13%

Sim. 4%

Não respondeu. 65%



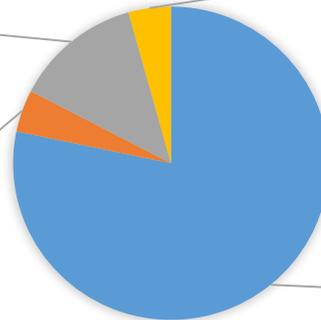
12. O QUE É FORÇA? QUANDO A IDENTIFICAMOS?

Algo quando conseguimos levantar algum tipo de peso. Força é quando você empurra um objeto e ele se move. Qualquer movimento gera força. 13%

Mede a potência de empenho sobre algo. 5%

Quando sentimos ou presenciamos algo. 4%

Não respondeu. 78%



14. PORQUE UM OBJETO FLUTUA OU AFUNDA?

Se estiver em movimento ele afunda, se estiver em repouso ele flutua. 4%

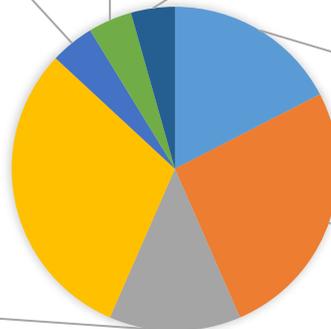
Afunda porque é pesado e flutua porque é leve. 13%

Por causa do ar. 4%

Por causa da estrutura do objeto, do formato dele. 4%

Por causa da densidade. 18%

Depende da massa e do peso. Por causa do seu peso. Por causa da gravidade em relação à terra. 26%



Observa-se através dos gráficos, que uma relativa porcentagem de alunos não respondeu, ou não sabia responder as perguntas acerca dos conceitos de massa.

Comparando as respostas de algumas perguntas entre alunos do sexto ano com as respostas do nono ano do Ensino Fundamental, obtivemos os seguintes resultados em relação às perguntas 2, 3, 4, 5 e 14 respectivamente:

Pergunta 2: O que é matéria?

sexto ano: 40% dos alunos do sexto ano responderam algo como, madeira, ferro, tijolo, etc.

nono ano: 43% dos alunos do nono ano responderam é tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço.

Pergunta 3: O que é massa?

Sexto ano: 52% dos alunos do sexto ano responderam massa de macarrão, massa de cimento, massa muscular, massa de bolo, etc.

No nono ano: 22% responderam que é a quantidade de matéria de um corpo.

Pergunta 4: O que é peso?

Sexto ano: 20% responderam é tudo que pode pesar, e 20% responderam que é a massa do nosso corpo.

Nono ano: 31% responderam que é o volume da massa mais a força da gravidade, e 31% responderam que é o peso da massa do objeto.

Pergunta 5: Você saberia dizer se há diferença entre massa e peso?

Sexto ano: 44% responderam que não

Nono ano: 25% não responderam, 16% responderam que não e 19% responderam que o peso é algo que pesa.

Pergunta 14: Porque os objetos flutuam ou afundam?

Sexto ano: 36% responderam por causa da gravidade.

Nono ano: 35% responderam por causa da gravidade.

Agora vamos comparar as respostas relativas às mesmas perguntas, entre os alunos do primeiro ano e terceiro ano do ensino médio.

Pergunta 2: O que é matéria?

Primeiro ano

Turma A: 30% não respondeu, 27% respondeu que é massa e outros 20% respondeu que é tudo que compõe sólido, líquido e gasoso...

Turma B: 20% não respondeu, 32% respondeu que é a massa de um determinado ser ou

objeto, e 16% respondeu que matéria é tudo que ocupa o espaço.

Turma D: 22% não respondeu, 33% respondeu que é um conjunto de átomos e 17% respondeu que não sabia.

Turma E: 26% respondeu que matéria é tudo que ocupa o espaço, 16% não respondeu, 11% respondeu que é o nosso corpo e outros 32% respondeu que poderia ser coisas como mesa, cadeira e etc.

Terceiro ano

Turma A: 23% respondeu que é tudo que tem massa e ocupa espaço, 15% não respondeu e 15% respondeu é tudo aquilo que compõe um objeto.

Turma B: 65% dos alunos não respondeu e 18% respondeu que é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço.

Pergunta 3: O que é massa?

Primeiro ano

Turma A: 33% não respondeu, 23% respondeu que massa é igual a peso.

Turma B: 24% respondeu que massa é tudo aquilo que possui peso e 16% não respondeu.

Turma D: 28% não respondeu, 22% respondeu que não sabia e 17% respondeu que é tudo que ocupa espaço.

Turma E: 42% não respondeu e 16% responderam algo relacionado a peso.

Terceiro ano

Turma A: 11% respondeu que não sabia, 7 % não respondeu e 30% respondeu que era o peso que um objeto possui.

Turma B: 61% não respondeu e 9 % respondeu que é o peso da matéria e 4% (apenas 1 aluno) se referiu a algo como a medida de inércia.

Pergunta 4: O que é peso?

Primeiro ano:

Turma A: 27% não respondeu, 27% respondeu que é o valor dado a massa do corpo.

Turma B: 29% respondeu que peso é tudo aquilo que tem massa, 17% não respondeu e 25% respondeu que eram quantidades em gramas.

Turma D: 28% não respondeu, 22% respondeu que não sabia, 33% respondeu que é a medida de algo ou, a medida de átomos.

Turma E: 27% não respondeu, 5% respondeu que não sabia, 26% respondeu que é a quantidade de quilos, gramas, etc e apenas um aluno respondeu que peso era gravidade.

Terceiro ano

Turma A: 43% não respondeu, 18% respondeu que é a força que age o tempo todo em todos os objetos, 11% respondeu que tinha relação com a gravidade e 7% respondeu que não sabia.

Turma B: 61% não respondeu, 22% respondeu que é o peso do corpo e apenas 4% se referiu a gravidade.

Pergunta 5: Você saberia dizer se há diferença entre massa e peso?

Primeiro ano

Turma A: 47% não respondeu e 20% respondeu que sim, mas não especificou a diferença e 13% respondeu que massa é uma medida inércia de um corpo, grandeza escalar. Peso é uma grandeza vetorial e a força resultante.

Turma B: 40% respondeu que não sabe, 36% não respondeu e 4% respondeu algo do tipo peso é peso e massa é massa.

Turma D: 33% não respondeu, 33% respondeu que não sabia e 5% respondeu que massa é a matéria em si e que peso é a medida da matéria.

Turma E: 63% não respondeu, 21% respondeu que não sabia e 11% respondeu que a massa lhe deixa forte e o peso çhe deixa pesado.

Terceiro ano

Turma A: 36% não respondeu, 14% respondeu que não sabia e 7% responderam algo como “sim, a massa é uma medida da inercia de um corpo uma grandeza escalar que mede a posição que um corpo apresenta a mudança. Peso, uma grandeza vetorial é a força resultante da interação gravitacional.”

Turma B: 57% não respondeu, 13% respondeu que há uma diferença, mas não chegaram a especificar a diferença e 9% respondeu que não sabia.

Pergunta 14: Porque um objeto flutua ou afunda?

Primeiro ano

Turma A: 50% respondeu algo como dependendo da gravidade e da posição que colocar, se for pesado será mais fácil afundar, 20% respondeu que pela sua densidade, se for maior que a água ele afunda, se for menor ele flutua e 23% respondeu porque é leve ou pesado.

Turma B: 29% não respondeu, 29% respondeu que um objeto muitas vezes flutua ou afunda, depende do peso, 9% respondeu que não sabia e 8% responderam que era por causa da densidade do objeto.

Turma D: 22% não respondeu, 17% respondeu que não sabia e 11% respondeu que era devido a densidade.

Turma E: 42% não respondeu, 21% respondeu que era por causa da densidade e 21% respondeu que era por causa do peso.

Terceiro ano

Turma A: 46% não respondeu, 18% respondeu que dependia da massa, 28% respondeu que era por causa da gravidade e da força peso, 4% respondeu que era por conta da densidade e da matéria.

Turma B: 31% não respondeu e 18% respondeu que era por causa da densidade.

5.2 Conclusão

De acordo com Piaget, a aprendizagem se dá através de sucessivas construções que passam pelo processos de assimilação, equilíbrio e acomodação, porém, nas turmas pesquisadas quase não se consegue perceber essas construções em relação aos conceitos de massa. Pode-se observar através dos gráficos e também da comparação feita, que em alguns aspectos a evolução das ideias dos alunos acerca dos conceitos de massa mais simples, ou seja, as concepções que se tem no dia a dia, não sofreu relativamente um grande progresso. O fato de o questionário não ser de múltipla escolha, gerou desequilíbrio entre os alunos, por não oferecer opções que os fizesse lembrar alguns assuntos já estudados, principalmente no caso dos alunos do ensino médio.

O comportamento dos alunos ao receber o questionário e constatar que era discursivo, foi de surpresa, senão de espanto, como se os mesmos não tivessem o hábito expressar respostas com as próprias palavras. Eles pareceram confrontados com aquele tipo de questionário. Não somente os alunos, mas também alguns professores que permaneceram em sala enquanto o pesquisador aplicava o questionário, que comentavam o tempo inteiro que as respostas dos alunos não seriam satisfatórias.

Ao tentar buscar o equilíbrio após um primeiro momento, os alunos tentaram debater sobre as ideias apresentadas no questionário, mostrando a necessidade de interação sociocultural para construir conhecimento. Segundo Vygotsky, é através da mediação e da interação sociocultural que um ser constrói conhecimento, onde nesse caso, a mediação era feita pelos professores. Observou-se também, que a fala egocêntrica citada por Vygotsky continua presente, possivelmente em momentos de confronto intelectual, pois os alunos buscavam não só debater entre eles, mas falavam sozinhos em voz alta, como se verbalizar as dúvidas ajudasse a raciocinar melhor e encontrar as respostas aos questionamentos apresentados.

Utilizar um questionário discursivo nesta pesquisa, também possibilitou observar que,

não só não há uma compreensão básica de conceitos de massa por parte dos alunos, como realmente há esquecimento de conteúdos ao longo dos anos. Isso foi possível observar principalmente nas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, já que estes teoricamente já deveriam ter visto quase toda a ementa relacionada a Educação Básica, e mesmo assim, em sua grande maioria não sabiam responder as perguntas contidas no questionário, dessa forma, acredita-se que a mescla da forma tradicional de ensino com o método de ensino espiral, seria mais satisfatória no que diz respeito a construção e retenção de conhecimento a longo prazo.

A entrevista com o professor não estava programada, mas foi satisfatória. O mesmo, que de boa vontade se propôs a conversar com o pesquisador, foi bastante sincero acerca dos estudos relacionados a compreensão da mente dos alunos e das possíveis técnicas de ensino, e frisou que é terminantemente contra as ideias do estudo construtivista. Percebeu-se que, apesar de ser excelente e cuidadoso ao lecionar, o mesmo ainda parece ter um pensamento conservador em relação a aplicação de novos métodos e técnicas de ensino. Isso fica visível quando o mesmo fala que em sala de aula, *tem que ter conteúdo mesmo, pois as crianças estão em um nível básico*, e que o mesmo *acha absurdo querer que as crianças elaborem quando elas estão em um momento de acumular conhecimento*.

Outro ponto a comentar, e também muito importante, é o fato de que pareceu que não só o professor de ciências, que afirma não lecionar assuntos relacionados a física no Ensino Fundamental, mas os professores como um todo, parecem não reconhecer dentro da disciplina de Ciências da Natureza, as ciências que compõem a mesma como a Biologia, a Química e também a Física. É como se Física por exemplo, fosse uma disciplina a parte, que só se estuda quando chega ao Ensino Médio, dessa forma, o ensino de Ciências da Natureza pode ser prejudicado, já que dependendo da formação de cada professor, o mesmo pode direcionar o ensino de Ciências da Natureza de acordo com sua formação.

Enfim, a apreensão dos conceitos de massa, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio para este caso, parece permanecer por ora ao nível das concepções espontâneas. Sabe-se que o conceito de massa, é abstrato, de difícil compreensão, porém esperava-se encontrar mais respostas parecidas com as definições e conceitos que normalmente encontramos nos livros didáticos da Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ARGENTO, Heloísa. **Teoria Construtivista**. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo11/etapa2/construtivismo.pdf> Acessado em 24 de outubro de 2018

BASSALO, José Maria Filardo. **Afinal: O que é massa?**. Academia Paraense de Ciências, Belém-PA. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, (2016). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p433/32319> .Acessado em 24 de setembro de 2018.

BELLO, José Luiz de Paiva. **A Teoria Básica de Jean Piaget**. Vitória, 1995. Disponível em <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/psicoldesenv/1148139133.Piaget.doc> . Acessado em 24 de outubro de 2018.

BIEZUNER, Rodney Josué. **Relatividade Especial, Geral e Geometria Lorentziana**. Instituto de Ciências Exatas (ICEX). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2017. Disponível em http://www.mat.ufmg.br/~rodney/notas_de_aula/relatividade.pdf . Acesso em 20 de outubro de 2018.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997

BRUNER, Jerome. **The process of education: Revised Edition**. Copyright 1960. Twenty-seventh printing, 2003.

CASTELLANI, Otávio Cesar. **Discussão dos Conceitos de Massa Inercial e Massa Gravitacional**. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2001, vol.23, n.3, pp.356-359. ISSN 1806-1117. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172001000300013>. Acessado em 14 de outubro de 2018.

CENTRO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO (CAED). **Avaliação Diagnóstica**. Faculdade de Educação. Universidade federal de Juiz de Fora. Disponível em <http://www.portalavaliacao.caedufjf.net/pagina-exemplo/medidas-de-proficiencia/>. Acessado em 24 de outubro de 2018.

CHICAGO, The University of. School Mathematics Project. **The Spiral: Why Everyday Mathematics Distributes Learning**. Everyday Mathematics Site. Disponível em <http://everydaymath.uchicago.edu/about/why-it-works/spiral/> . Acessado em 26 de setembro de 2018.

DENKER, Jonh. **The Spiral Approach to Thinking and Learning**. Copyright © 2014jds. Disponível em: <https://www.av8n.com/physics/spiral-approach.htm> Acesso em 24/08/2018.

EBBINGHAUS, Hermann. **Memory: A Contribution to Experimental Psychology**. (1913) Internet Archive. Traduzido para o inglês em 1885 por Henry Alford Ruger and Clara E. Bussenius. Disponível em https://en.wikisource.org/wiki/Memory:_A_Contribution_to_Experimental_Psychology. Acessado em 27 de setembro de 2018.

FERRACIOLI, Laércio. **Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise di processo de ensino-aprendizagem em Ciências**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 80. n. 194 (1999). Disponível em <http://rbep.inep.gov.br/index.php/rbep/article/view/1001> . Acessado em 24 de outubro de 2018.

FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física vol 1**. Trad. de Adriana Válio e Kaline Rabelo. Editora Bookman, 2008.

GANDIN, R. Valachinski. **A Construção De Significados Na Teoria De Vygotsky**. Disponível m <http://periodicos.unesc.net/index.php/criaredu/article/viewFile/1178/1140>. Acessado em 15/08/2018

HAWKING, Stephen. **Os gênios da ciência: sobre os ombros de gigantes**. Tradução de Marco Moriconi. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

IVIC, Ivan. Lev Semionovich Vygotsky. Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. **Coleção Educadores**. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4685.pdf> . Acesso em 14/08/2018

JAMMER, Max. **Conceitos de força: estudo sobre os fundamentos da dinâmica**. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. PUC-Rio, 2011.

JAMMER, Max. **Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy**. Copyright © 2000 by Princeton University Press

LEMOS, Nivaldo A. **E=mc²: Origem e significado**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, Março, 2001. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1721337/mod_resource/content/1/v23_3.pdf .Acessado em 23 de outubro de 2018.

LIMA, Valéria Vernaschi. **Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. Interface – comunicação, saúde e educação, junho de 2016**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/icse/2016nahead/1807-5762-icse-1807-576220160316.pdf> .Acessado em 25 de setembro de 2018.

MONTOYA, Adrián Oscar Dongo. **Realidade, Conhecimento Físico e Conhecimento Social: Processos e Mecanismos Comuns de Construção**. Shème- Revista eletrônica de psicologia e epistemologia. V. 5; Edição especial – Set/2013. Disponível em <http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/scheme/article/view/3221> . Acessado em 24 de outubro de 2018.

MOREIRA, M.A. (1999) **A pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências**. São Paulo: I Simpósio LatinoAmericano da IOSTE. pg.1.

MUNARI, Alberto. Jean Piaget. **Tradução e organização Daniele Saheb. Fundação Joaquim Nabuco**, Editora Massangana, 2010. Coleção Educadores. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4676.pdf>

MURRE JMJ, DROS J (2015) **Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve**. PLoS ONE 10(7): e0120644. Disponível em

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644> . Acessado em 27 de setembro de 2018.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica vol. 1 mecânica**. 4ed. São Paulo. Ed. Edgard Blücher, 2002.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky** Encontrado em <https://pt.scribd.com/doc/34136557/Desenvolvimento-e-Aprendizagem-em-Piaget-e-Vygotsky-ISILDA-CAMPANER-PALANGANA> . Acessado em 14/08/2018

PEREIRA, Afrânio Rodrigues. Gravitação: De Newton a Einstein. Dep. De Física, Universidade Federal de Viçosa, MG. **Texto usado em mini-cursos apresentados em lato-Sensu na área de Ensino de Física na Universidade Federal de Viçosa (UFV) durante os anos de 2002 e 2003. Esse texto foi também utilizado como parte de um tópico especial para alunos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Física da UFRV em 2000.** Disponível em <http://www.dpf.ufv.br/docs/gravclass.pdf> . Acessado em 17 de outubro de 2018.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. Trad. Nathanael C. Caixeira. Petrópolis: Vozes, 1971. 110p.

RAINE, Derek. **In reforming university physics teaching, look to the spiral curriculum. IOP, 5 de outubro de 2017.** Disponível em <http://www.iopblog.org/in-reforming-university-physics-teaching-look-to-the-spiral-curriculum/> . Acessado em 25 de setembro de 2018.

SEGRÈ, Emílio. **Dos raios X aos quarks**. Trad. de Wamberto H. Ferreira. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 1980.

TAVARES, João Nuno. **Relatividade Geral – Uma introdução. Centro de matemática da Universidade do Porto (CMUP), 2018.** Disponível em <https://cmup.fc.up.pt/cmup/relatividade/RG/index.html> . Acessado em 17 de outubro de 2018.

TERRA, Márcia Regina. **O Desenvolvimento Humano Na Teoria De Piaget**. Disponível em : https://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm#_ftn1 Acessado em 22 de setembro de 2018.

TORRES, Sérgio. **Como foi deduzida a equação mais famosa da física? $E=mc^2$. Fique por dentro – Prof. Sérgio Torres.** Disponível em <http://sergiorbtorres.blogspot.com/2014/07/como-foi-deduzida-equacao-mais-famosa.html?view=flipcard> . Acessado em 23 de outubro de 2018.

VALADARES, Jorge António. **O conceito de massa I. Introdução histórica. Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 15, n°s (1 a 4), 1993.** Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a13.pdf> . Acessado em 24 de outubro de 2018.

VALADARES, Jorge António. **O conceito de massa II. Análise do conceito. Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 15, n°s (1 a 4), 1993.** Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a14.pdf> . Acessado em 24 de outubro de 2018.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação**. Campinas. 2005

VYGOTSKI, L. S. **A formação Social da mente**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda. São

Paulo - SP 1991 4ª edição brasileira. Texto-base digitalizado por: Funcionários da Seção Braille da BPP - Curitiba - PR. Disponível em <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf> . Acessado em 14/08/2018

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e Linguagem. Edição eletrônica**: Ed Ridendo Castigat Mores. Copyright ©2001. Disponível em <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/vigo.pdf>. Acessado em 25 de outubro de 2018

WERNECK, VERA RUDGE. **Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.51, p. 173-196, abr./jun. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/%0D/ensaio/v14n51/a03v1451.pdf> Acessado em 07/08/18

WOZNIAK, GORZELANCZYK AND MURAKOWSKI, Piotr A., Edward J. and Janusz A. Murakowski. **Two components of long-term memory. Acta Neurobil Experimentalis, outubro de 1995**. Disponível em <https://www.ane.pl/pdf/5535.pdf> . Acessado em 27 de setembro de 2018.

ANEXO

ENTREVISTA REALIZADA COM O PROFESSOR DE CIÊNCIAS DA ESCOLA A DE ENSINO FUNDAMENTAL.

1. QUAL SUA FORMAÇÃO?

RESPOSTA: Eu tenho licenciatura em Ciências Biológicas, fiz na UFC.

2. RELACIONADO A ASSUNTOS DE CIÊNCIAS QUE ESTÃO VINCULADOS A CONCEITOS DE FÍSICA, O SENHOR TEM DIFICULDADES EM REPASSAR?

RESPOSTA: Não, não. O problema é que não estou mais dando essa matéria, por que só estou com o sexto e sétimo ano. Eu não tô mais dando essa matéria de Física, mas no começo eu achava até legal porque era uma maneira de eu revisar, tinha que resolver uns probleminhas... eu achava legal, não achava ruim não. Mas de certa maneira, eu tinha que aprender, tinha que dar uma estudada pra aprender, porque a faculdade que a gente faz não é direcionada pra isso saber, por que olhe, veja só, quando a gente ensina no fundamental, você ensina uma série de matérias que as vezes não são direcionadas para sua formação, por exemplo, se é um professor de Física, ai você vai ter que dar um pouquinho de Biologia, ai ele aprende, estuda né, quer dizer, vai ter um pouquinho mais de dificuldade né, por conta disso ai, mas eu não acho negativo não. É bom que a gente aprende, fica mais divertido.

3. ENTÃO NO CURSO HOUVE, OU NÃO HOUVE A DISCIPLINA DE FÍSICA?

RESPOSTA: Houve, houve! Mas o problema é o seguinte, essa história de você dar aula de uma coisa, e você estudar pra fazer uma “cadeira” pra tirar uma nota e fazer uma prova, e você passa não sei quantos anos sem lidar com aquela matéria, então toda vida você vai ter que aprender, tá entendendo? A gente tem que estudar... A gente tem que... é um aprendizado que você nunca deixa de aprender... Ai você vai... Agora, o problema não é a lacuna na universidade e nem muito menos do sistema de ensino, é uma coisa necessária mesmo. Por exemplo, o professor pra dar Ciências, você tem gente de Física, você tem de Química, de Biologia, você não é obrigado a alcançar esse conhecimento todo... não é obrigado! Então você tem que estudar, a gente tá sempre estudando.

4. VOCÊ ACHA QUE SERIA SATISFATÓRIO SE AS UNIVERSIDADES FIZESSEM UMA REMODELAGEM EM ALGUNS CURSOS QUE FOSSEM DIRECIONADOS A CIÊNCIAS? POR QUE ALGUNS CURSOS REALMENTE NÃO TEM ACESSO A DETERMINADOS...

NÃO TEM CONTEÚDOS VOLTADOS PARA TODAS AS DISCIPLINAS DE CIÊNCIAS. POR QUE PARA ELES, ESTÁ INCLUÍDA QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA, QUE SÃO EMBUTIDAS NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS.

RESPOSTA: Ah! Seria tipo uma licenciatura em Ciências... Não! Sou contra! Sou contra eu acho que você tem que estudar... a formação tem que ser direcionada mesmo é para ciências básica, aí o cara estuda. Por fora, se precisar dar aula estuda, e outra coisa você dá aula num nível desse aqui, desses meninos aqui que são crianças, não precisa disso... Não é um esforço intelectual tão grande que seria necessário um negócio desse não. É por que o problema, é que essas coisas a gente tem que ter muito cuidado.

5. E RELACIONADA A FORMA COMO O SISTEMA COBRA DO PROFESSOR, O QUE VOCÊ ACHA SOBRE ISSO? VOCÊ ACHA QUE A FORMA QUE ESTÁ É CORRETA, VOCÊ ACHA QUE PRECISA MELHORAR? ONDE PRECISA MELHORAR? COBRAR DO PROFESSOR O QUE?

RESPOSTA: Eu não sei aqui na escola, mas já estive em sala de aula, e de mim a era cobrado que eu desse determinado assunto em um tempo determinado. E as vezes... não não não... no município não tem isso não. Inclusive tem colegas que dizem que sou conteudista, me acusam de querer dar muito conteúdo para esses alunos, que não é assim... pelo contrário, eu acho que tem que ter conteúdo mesmo! Esse que é o sentido da coisa. Você só pode pensar eles estão no nível básico. Eu acho até absurdo, ridículo, idiota, você querer que as crianças elaborem, eles estão num momento de acumular conhecimento. E depois quando chegar no ensino médio eles vão poder refletir sobre o conhecimento. É tudo criança, então tem que aprender mesmo tem que aprender, digamos, Geografia, os processos de Ciências, tem que aprender Língua, o básico, ortografia essas coisas, ai depois que eles vão para um nível mais elevado. O problema é que aqui no país existe uma sabotagem com a educação. Sabotam! São os governos, principalmente esse governo golpista de agora, que a intenção deles não é fazer com que a educação funcione... eles querem economizar dinheiro na educação, eles querem privatizar a educação... mas na verdade, educação é uma coisa bem simples, é uma coisa fácil. O professor precisa ter talento, empatia e gostar do faz. Eu nunca abri nenhum desses manuais de educação pra falar isso, mas é o mais basico, o professor ter empatia, gostar dos alunos, gostar do que faz e ter talento pra poder transmitir, né? E isso esse só tem se estudar. Agora o problema é que essa turma tá aí é pra sabotar a educação mesmo, tá entendendo? Principalmente esse governo de agora, que está fazendo essas reformas absurdas aí. Precisa de conteúdo mesmo! Tem que estudar, tem que ler,

é assim mesmo... eu sou contra esse bá, bá, bá... E outra coisa, esse negócio de construtivismo não tá com nada!

6. QUER DIZER QUE VOCÊ NÃO CONCORDA COM O CONSTRUTIVISMO?

RESPOSTA: Não, não. Porque você não pode dizer que a educação é brincar de fazer ciência, brincar de repetir um método científico de uma descoberta, que não tá realizando descoberta coisa nenhuma! O que ele tá fazendo é simplesmente atrasar a ele aprender alguma coisa, um conteúdo que vai ser necessário pra ele depois. Pra ele pensar, pra ele elaborar... mas ele só vai pensar e elaborar depois, quando tiver idade pra isso. Porque olhe, é contraditório, que esses próprios teóricos construtivistas, eles falam que tem que ter uma idade tal pra isso, o Piaget né? E aliás, Piaget, nem nada com pedagogia era, né? Era teoria do conhecimento, essa coisa né? Aí fazem essa salada, essa seleuma, mas não é assim! O aluno precisa um certo grau de maturidade, que vem inclusive com a idade, a própria construção das sinapses no cérebro, é que vai permitir ele chegar àquilo ali. Ah! É uma coisa determinista, e tal, mas é que os estudos chegaram aí! Tá entendendo? Não adianta você com certos conteúdos, exigir certos comportamentos e atitudes, de crianças que não tem maturidade pra ter isso, né? E você tem que ver uma coisa: a educação pública é uma farsa muito grande, porque não leva em conta principalmente a situação social do alunos, né? Não leva em conta isso aí, o ambiente cultural que ele tem. Então ficam essas pessoas todas falando besteira, principalmente esse povo da prefeitura, quando a gente sabe muito bem, que o que deveria ter era uma escola integral, mas uma escola integral de qualidade, onde o aluno tivesse aula de manhã, de tarde tivesse alguém pra lhe orientar as tarefas, e esse negócio de capoeira, música, esporte, ficava de quatro as seis da tarde! Porque nessas escolas, fazem muito essa enrolada, nos sistemas de educação público fazem muito essa enrolada de dizer que estão fazendo escola integral, mas não é escola integral coisa nenhuma! Tá entendendo? Porque escola integral é isso, é o aluno estudar na escola também! Não tem isso! Primeiro porque não tem investimento, eles não contratam mais professor... Na educação não tem mágica! Podemos desconsiderar pelo menos três quintos de tudo que se escreveu até hoje sobre pedagogia, pode desconsiderar! Todo mundo sabe! Não tem investimento, nem valorização do professor, nem ambiente cultural nas escolas para os alunos, é ter um ônibus pra fazer uma viagem de campo, é ter um laboratório... essas escolas do município, nenhuma tem laboratório. Como é que a gente aprende ciências sem laboratório? Eu faço experiência dentro da sala de aula, ridículo! As vezes eu boto

um microscópio, e ficam os alunos dando volta pra ver uma célula! Tá entendendo? Então, isso é palhaçada, essa turma! Agora porque, porque é uma coisa classista, de classe, porque eles são a classe dominante e eles não querem que a educação publica dê certo! Porque são os filhos dos trabalhadores que estão aí... Mas esse negócio do construtivismos, eu sou contra, por princípio. Das pedagogias que eu estudei, que eu achei melhorzinha assim, mais legalzinha, foi aquela pedagogia crítico-social dos conteúdos. É a que se aplica mais a nossa realidade aqui de sala de aula. Paulo Freire é ótimo, mas não se aplica a criança não. É mais a educação de jovens e adultos mesmo né?. E aliás, a pedagogia no CEJA até não tem nada haver com Paulo Freire. É até uma metodologia mais tecnicista, sabe? Tem até um CEJA aí que se chama Paulo Freire, mas não tem nada haver com Paulo Freire sabe, a metodologia que é aplicada.



ANEXO 2

Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Física
Aplicação de Pesquisa de Campo
Acadêmica: Patrícia Gonçalves da Silva

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Público Alvo: Alunos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio de Escolas Públicas
Escola: _____ Série: _____

O presente questionário visa gerar dados para análise de apreensão de conceitos de física a alunos do Ensino Fundamental e Médio. Dessa forma e, por motivos éticos, não se faz necessária a identificação dos alunos e a identificação da escola se dá somente para que o acadêmico(a) possa identificar o número de questionários aplicados em cada escola/série, sendo a identificação da escola preservada da mesma forma.

1. De que são feitos os objetos?
2. O que é matéria?
3. O que é massa?
4. O que é peso?
5. Você saberia dizer se há diferença entre massa e peso?
6. O que é energia?
7. Você consegue fazer alguma coisa sem energia? O seu corpo consegue se manter forte se você não tiver alimentado? Por quê?
8. Você saberia citar alguns exemplos de energia? E fontes de energia?
9. Você saberia dizer se há alguma relação entre massa e energia, ou matéria e energia?
10. O que você entende por movimento? Sabe dizer o que é o movimento?
11. O que é velocidade?
12. O que é força? Quando a identificamos?
13. O que é trabalho?
14. Porque um objeto flutua ou afunda?
15. O que é calor?
16. O que é temperatura?
17. O que é a onda?
18. O que é cor?
19. O que é a luz?
20. O que você entende por Física Moderna?
21. Qual sua maior dificuldade ao estudar Física ou conceitos relacionados a Física?