

Fábio

RIBEIRO

Produto educacional MATIEF

Lázaro

LIMA
(orientador)

ANALIZ E AS PROPOSIÇÕES QUÂNTICAS



UFERSA/Mossoró-RN/Edição 2020

**ANALIZ E AS PROPOSIÇÕES QUÂNTICAS: UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA.**

Produto Educacional

Fábio Ribeiro & Lázaro Lima

Autores

Este é um produto educacional derivado de pesquisas em Ensino de Física e propõe o uso de histórias em quadrinhos que auxiliam na compreensão de conceitos de mecânica quântica no Ensino Médio. Todos os direitos estão reservados aos seus autores, e por isso é proibida qualquer venda, comercialização, reprodução física ou eletrônica sem autorização prévia.

INSTITUTO DE ENSINO: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

ÁREA DE CONHECIMENTO: Educação

TÍTULO DO PRODUTO EDUCACIONAL: Analiz e as proposições quânticas-Uma proposta pedagógica.

PÚBLICO-ALVO: Alunos do Ensino Médio e Superior

ORGANIZADORES: Francisco Fábio de Sousa Ribeiro & Lázaro Luis de Lima Sousa (orientador)

DATA: 25/06/2020

Mossoró-RN
Junho de 2020

APRESENTAÇÃO

Devemos ser capazes de transformar o mundo com nossos conhecimentos e nossas atitudes. Busco com esta estória transcender a importância de estudar. Este trabalho traz não só a magnitude do conhecimento que está inserido na Física Quântica, mas os sentimentos entre um pai e uma filha, que está descrito entrelinhas, e que no futuro ela irá ler e compreender o quanto a educação tem poder transformador na vida de seu pai. Este produto visa trazer até o discente uma forma diferente de discutir a introdução à Física Quântica, através de histórias em quadrinhos intitulada como "Análiz e as proposições quânticas". Espera-se que este material seja capaz de aguçar a curiosidade e potencializar o interesse pelo conhecimento científico, além de propiciar um ambiente diferenciado pelo uso do lúdico como objeto. Além de tudo mostrar para ele que o conhecimento físico está atrelado a tudo que nos rodeia, e o mais prazeroso de tudo isso é vivenciar e estudar o conteúdo sem está ligado a cobranças externas. Dito tudo isso, espero que façam bons estudos deste material e/ou produto que foi desenvolvido com muito amor e além de tudo o sentimento de um pai que infelizmente com palavras não será possível descrevê-lo. Este produto está em suas mãos para potencializar seus conhecimentos científicos.

Mossoró-RN
Junho de 2020

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 - INÍCIO DA JORNADA.....	05
CAPÍTULO 02 - PONTE QUÂNTICA.....	07
CAPÍTULO 03 - DUALIDADE ONDA PARTÍCULA.....	11
CAPÍTULO 04 - ENTENDENDO FOTÓNS E O EFEITO FOTOELÉTRICO.....	19
CAPÍTULO 05 - RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO.....	27
CAPÍTULO 06 - ABSORÇÃO E EMISSÃO DE LUZ.....	32
CAPÍTULO 07 - CURIOSIDADE BURACO NEGRO.....	38
CAPÍTULO 08 - POR FIM! EU ANALIZI!.....	45

CAPÍTULO 01: INÍCIO DA JORNADA

COMO A VIDA NOS PROPORCIONA GRANDES DESAFIOS? COMO ELA PODE NOS TRANSFORMAR? DIANTE DE TANTAS DIFICULDADES PODEMOS COMEMORAR?



COMO QUE UM DIA PODERIA PENSAR QUE A VIDA COLOCARIA SITUAÇÕES ADVERSAS?



AS RESPOSTAS DESSAS PERGUNTAS ESTÃO EM NOSSA VIVÊNCIA EDUCACIONAL.



ANALIZAMOS AQUI PARA CONTAR UM POUCO DE MINHA VIVÊNCIA EDUCACIONAL.



SIM PAI! SEI QUE TODA SUA HISTÓRIA ACADÊMICA FOI PAUTADA NA DEDICAÇÃO E NO ACREDITAR QUE A EDUCAÇÃO SERIA SUA CHAVE PARA ABRIR ALGUMAS PORTAS.



EU FILHO DE AGRICULTOR, QUE MORAVA NO INTERIOR DE BEBERIBE, SEMPRE TENTAVA INGRESSAR EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA. O MEU DESEJO É LHE MOSTRAR O QUANTO TRANSFORMADOR É A EDUCAÇÃO.

PAI O SENHOR SEMPRE FALA QUE A EDUCAÇÃO É A BASE DE TUDO E QUE ELA PODE POTENCIALIZAR A REALIZAÇÃO DE NOSSOS SONHOS.



EXATAMENTE FILHA.

PAI, IREI ESTUDAR SOZINHA?



ANALIZO, VEJO EM VOCE A OPORTUNIDADE DE GARANTIR DIAS MELHORES. CONSIGO SONHAR E ACREDITAR QUE EU SEMPRE FUI SUA REFERÊNCIA. ACREDITO QUE O CONHECIMENTO É ADQUIRIDO POR ETAPAS. DEIXE-ME APRENDER JUNTO COM VOCÊ?!

PAPAI, TALVEZ JÁ TENHO SENTIDO TUDO ISSO DE ALGUMA FORMA, NÃO SEI TE EXPLICAR, MAS ME PARECE QUE JÁ VIVENCIEI ESTE MOMENTO.



SIM FILHA, VOCÊ PODE TER PRESENCIADO, POIS AINDA NO VENTRE DE SUA MÃE, NA PRIMEIRA CONQUISTA VOCÊ ESTAVA LÁ SENDO HOMENAGEADA.

POR ISSO QUE HAVIA ESSE SENTIMENTO.



TUDO COMEÇOU QUANDO VIVENCIEI CONQUISTAS ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO, VOCÊ ESTÁ SENDO O PRINCIPAL FOCO NO QUE REGE O ESTUDO EM NÍVEL DE MESTRADO.

COMO ASSIM PAI?



FILHA VOCÊ ESTÁ SENDO A PERSONAGEM PRINCIPAL EM UM PRODUTO QUE SERÁ DESENVOLVIDO NO MESTRADO.

EU FAREI PARTE DESTA HISTÓRIA?! GOSTEI MUITO DA IDEIA.

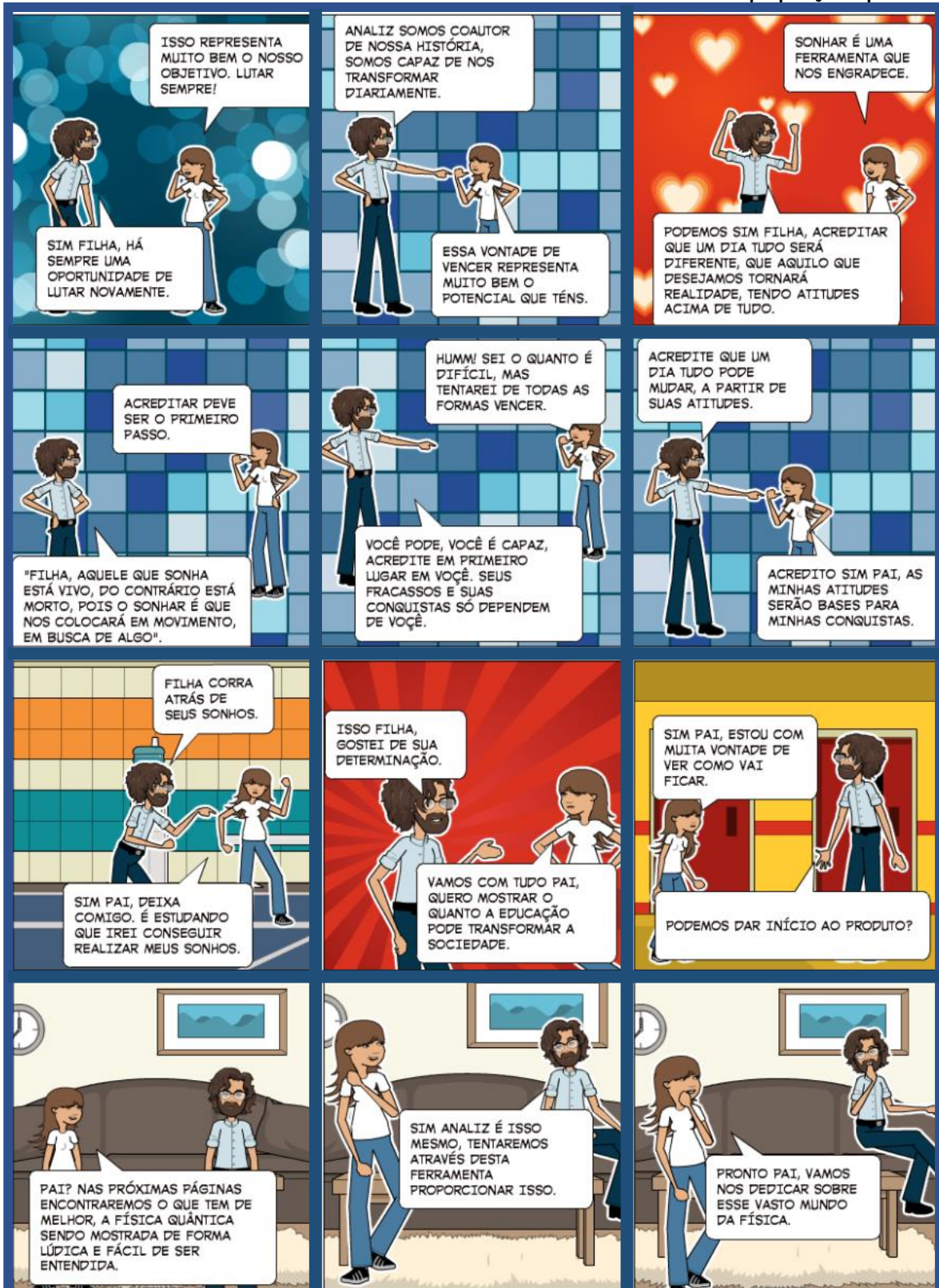


SERÁ UM PRODUTO NA QUAL SERÁ DESENVOLVIDO UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS, PROPORCIONANDO ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA O CONHECIMENTO.

SIM, PAI A MELHOR COISA DA VIDA É PODER PROPORCIONAR AOS SEUS A CHANCE DE DESENVOLVER SEU POTENCIAL.

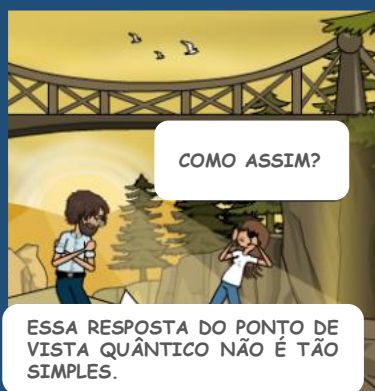


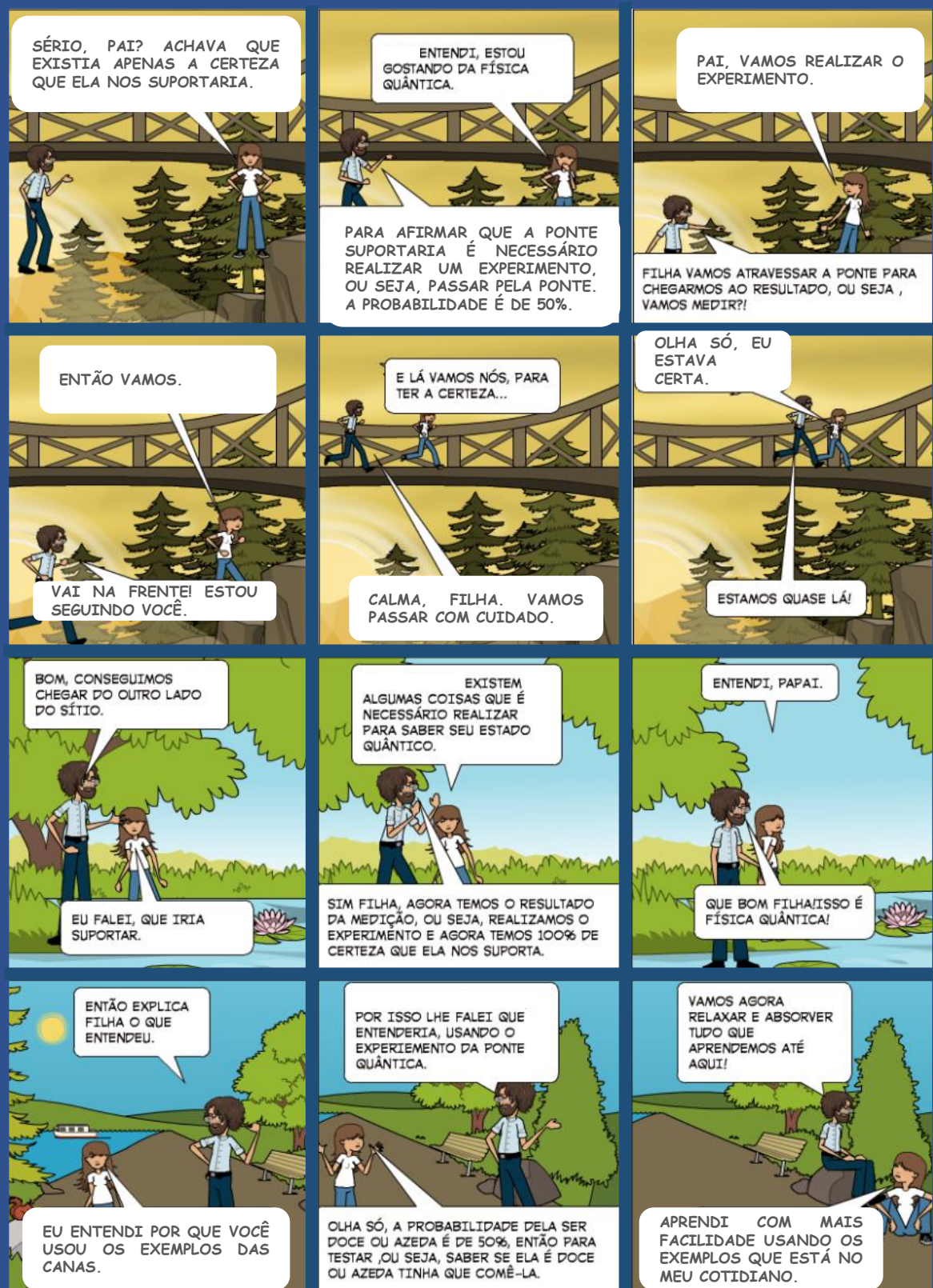
SIM FILHA, ESTAMOS AQUI PARA FAZER ISSO, COMO PROFESSOR PRECISO ACREDITAR.



CAPÍTULO 02: PONTE QUÂNTICA





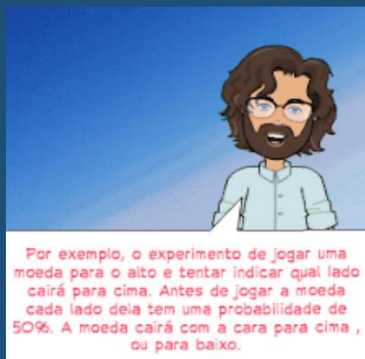


DESAFI@: Bolas na caixa

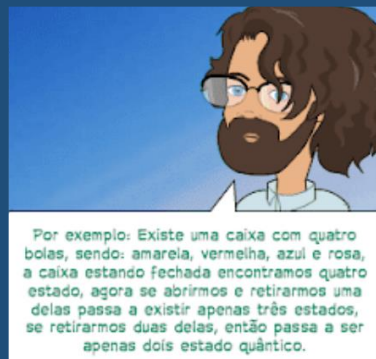


Vamos entender o que é probabilidade?

A probabilidade é tudo aquilo que pode apresentar resultados que não podem ser previstos.




Por exemplo, o experimento de jogar uma moeda para o alto e tentar indicar qual lado cairá para cima. Antes de jogar a moeda cada lado dela tem uma probabilidade de 50%. A moeda cairá com a cara para cima, ou para baixo.



Por exemplo: Existe uma caixa com quatro bolas, sendo: amarela, vermelha, azul e rosa, a caixa estando fechada encontramos quatro estado, agora se abrimos e retirarmos uma delas passa a existir apenas três estados, se retirarmos duas delas, então passa a ser apenas dois estado quântico.

Cada resultado de lançamento da moeda é um estado! Então, quando a moeda cair no chão ela apresentará um dos dois estado possíveis. Na quântica, tal situação pode ajudar você a entender o que são os estados quânticos.



Sabe o que é estado quântico da matéria? É o possível estado em que aquela situação se encontra, em um sistema isolado. É qualquer estado possível em que um sistema mecânico quântico possa se encontrar.

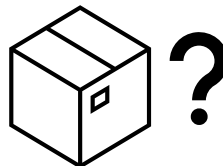
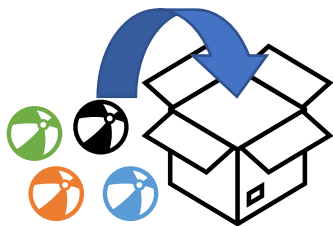


Vamos brincar um pouco sobre probabilidade e estado quântico da matéria?



2-Neste exemplo da caixa com as quatro bolinhas coloridas, quais seriam os "estados quânticos"

PENSE E REFLITA: Agora que você leu o segundo capítulo desta revista em quadrinhos, "A ponte quântica", acompanhando a aventura da Analiz ao passar sobre uma ponte, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste de probabilidade envolvendo uma caixa e bolas pequenas. Nesta caixa colocamos quatro bolas cada uma de uma cor: preta, azul, verde e laranja. A caixa é fechada e, sem ver, você coloca a mão e segura uma bola. Sobre esse experimento, responda as duas perguntas abaixo.



- 1 Neste caso, usando o que você aprendeu lendo "A ponte quântica", quais seriam os estados quânticos deste experimento?
- 2 Depois que você segurou uma das bolas sem ver, qual a probabilidade de estar segurando uma bola azul?

RESPOSTAS: 1 - bola preta, bola azul, bola verde e bola laranja; 2 - 50%, pois uma vez que você segura a bola ou ela é azul ou não é, antes de pegar as bolas a probabilidade é de 25%.

CAPÍTULO 03: DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA



FILHA, BOM DIA?

BOM DIA PAI.



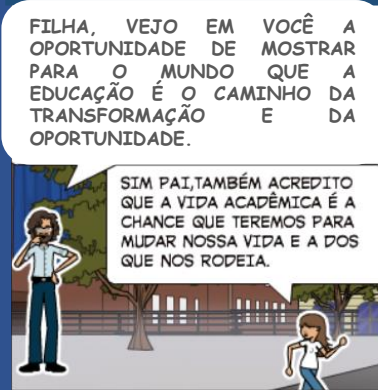
ESTAMOS AQUI PARA RECORDAR ALGUNS MOMENTOS DE NOSSA VIDA, EM QUE VOCÊ AINDA NEM ERA NASCIDA.

GOSTEI DA IDEIA. É BOM SABER.



POIS BEM! QUANDO ME GRADUEI EM FÍSICA EM 2015 OFERECI O CANUDO DE FORMATURA, ALGO SIBÓLICO, MAS MUITO SIGNIFICANTE, AINDA NO VENTRE DE SUA MÃE, DEDIQUEI AQUELE MOMENTO A VOCÊ! FILHA!

QUE LINDO PAI. AGORA EU COMEÇO A PERCEBER POR QUE O SENHOR SE PREOCUPA COM MEUS ESTUDOS.



FILHA, VEJO EM VOCÊ A OPORTUNIDADE DE MOSTRAR PARA O MUNDO QUE A EDUCAÇÃO É O CAMINHO DA TRANSFORMAÇÃO E DA OPORTUNIDADE.

SIM PAI, TAMBÉM ACREDITO QUE A VIDA ACADÊMICA É A CHANCE QUE TEREMOS PARA MUDAR NOSSA VIDA E A DOS QUE NOS RODEIA.



PAI, VEJO NESTA HISTÓRIA UMA GRANDE OPORTUNIDADE DE INVESTIR NOS ESTUDOS.

SIM, ANALIZ. É O QUE PRETENDEMOS ALCANÇAR, ESCRIVENDO UM LIVRO QUE FICARÁ DISPONÍVEL PARA QUALQUER PESSOA QUE BUSQUE O ENTENDIMENTO SOBRE FÍSICA QUÂNTICA.



HUM! DEIXA VER SE EU ENTENDI? O SENHOR COMO PROFESSOR IRÁ PRODUIR UM MATERIAL QUE POSSA FACILITAR A COMPREENSÃO DE FÍSICA QUÂNTICA? NOSSA QUE LEGAL!

SIM, É ISSO MESMO, O NOSSO LIVRO SERÁ BASEADO EM UM DIÁLOGO, QUE DISCORRE ENTRE EU E VOCÊ, TENTAREMOS AQUI ATRVÉS DE NOSSO CONVÍVIO DEMONSTRAR O QUE DE FATO É FÍSICA QUÂNTICA E ONDE ELA ESTÁ INSERIDA.



PAI? EU NÃO SEI O QUE É DE FATO FÍSICA QUÂNTICA.

PODEMOS COMEÇAR NOSSO LIVRO ANALIZANDO VERDADEIRAMENTE O QUE É FÍSICA QUÂNTICA.



VAMOS À BIBLIOTECA!

PRONTO! PARA ISSO VAMOS COMEÇAR A PESQUISAR ALGUNS MATERIAS PARA NOS FUNDAMENTAR.



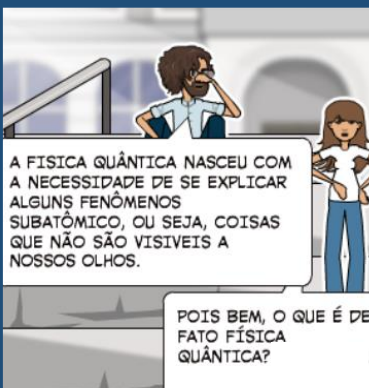
DEPOIS DE TERMOS ALGUNS MATERIAIS IREMOS DIALOGAR.

TÁ BOM PAI, VAMOS LER UM POUCO E POSTERIORMENTE DISCORRER SOBRE O ASSUNTO.



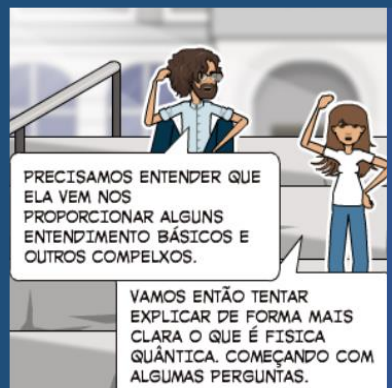
O PROPÓSITO AQUI FILHA É TENTAR RETIRAR INFORMAÇÕES DE COISAS QUE ENCONTRAMOS EM NOSSO COTIDIANO, INVESTIGAR ESSAS INFORMAÇÕES EM CARÁTER QUÂNTICO.

TÁ BOM, MEU PAI.



A FÍSICA QUÂNTICA NASCEU COM A NECESSIDADE DE SE EXPLICAR ALGUNS FENÔMENOS SUBATÔMICO, OU SEJA, COISAS QUE NÃO SÃO VISÍVEIS A NOSSOS OLHOS.

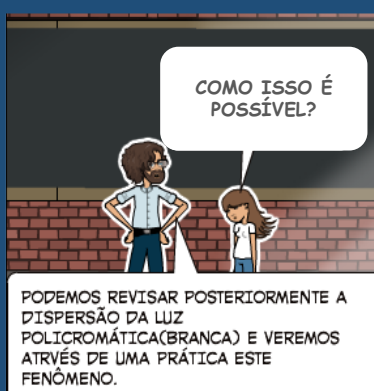
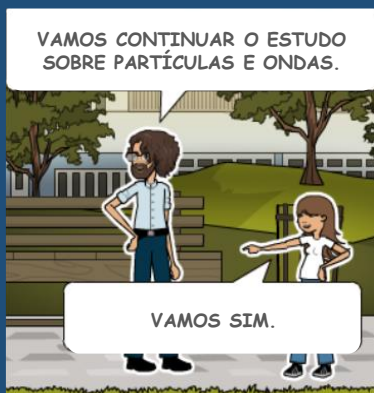
POIS BEM, O QUE É DE FATO FÍSICA QUÂNTICA?



PRECISAMOS ENTENDER QUE ELA VEM NOS PROPORCIONAR ALGUNS ENTENDIMENTO BÁSICOS E OUTROS COMPLEXOS.

VAMOS ENTÃO TENTAR EXPLICAR DE FORMA MAIS CLARA O QUE É FÍSICA QUÂNTICA. COMEÇANDO COM ALGUMAS PERGUNTAS.







FILHA VOCÊ SABIA QUE AS CORES NASCEM DE UMA FONTE DE LUZ?

ISSO EU SEI, MAS ME FALE UM POUCO MAIS.



NA NATUREZA NOSSA MAIOR FONTE DE LUZ É O SOL, SABIA FILHA QUE A LUZ É BASE FUNDAMENTAL PARA A EXISTÊNCIA DA VIDA!?

COMO A LUZ PODE INFLUENCIAR NA VIDA?



EU IREI EXPLICAR USANDO A QUÂNTICA.

ENTÃO QUER DIZER QUE A EXISTÊNCIA DA VIDA E A QUÂNTICA ESTÁ INTERLIGADA?



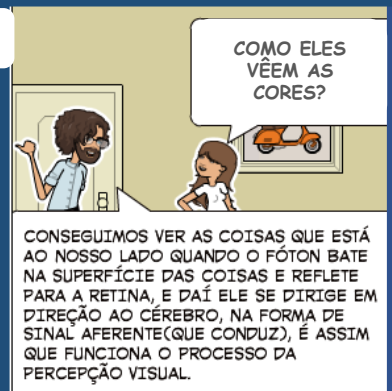
SIM. POR EXEMPLO, O LAGARTO PRECISA SE AQUECER PARA SE MANTER VIVO, ATRAVÉS DAS ONDAS QUE É CAPTADA POR ELE.

ENTÃO O SOL SE TORNA UMA FONTE DE ENERGIA PARA ELES.



CLARO FILHA.

MAS TENHO MAIS UMA CURIOSIDADE.



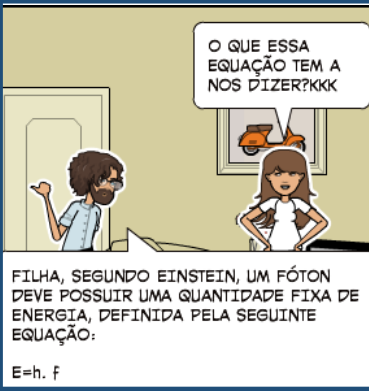
COMO ELES VÊM AS CORES?

CONSEGUIMOS VER AS COISAS QUE ESTÁ AO NOSSO LADO QUANDO O FÓTON BATE NA SUPERFÍCIE DAS COISAS E REFLETE PARA A RETINA, E DAÍ ELE SE DIRIGE EM DIREÇÃO AO CÉREBRO, NA FORMA DE SINAL AFERENTE(QUE CONDUZ), É ASSIM QUE FUNCIONA O PROCESSO DA PERCEPÇÃO VISUAL.



OS FÓTONS SÃO AS ONDAS QUE COMPÕEM A LUZ E PODEM SER DEFINIDOS COMO PEQUENOS "PACOTES" QUE TRANSPORTAM A ENERGIA CONTIDA NAS RADIAÇÕES.

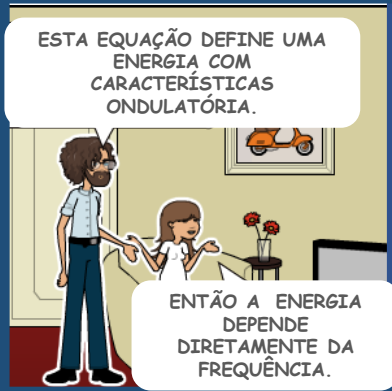
SÉRIO PAI? "AGORA ENTENDI, É A JUNÇÃO DE TUDO QUE FALAMOS LÁ NO COMEÇO.



O QUE ESSA EQUAÇÃO TEM A NOS DIZER?KKK

FILHA, SEGUNDO EINSTEIN, UM FÓTON DEVE POSSUIR UMA QUANTIDADE FIXA DE ENERGIA, DEFINIDA PELA SEGUINTE EQUAÇÃO:

$$E = h \cdot f$$



ESTA EQUAÇÃO DEFINE UMA ENERGIA COM CARACTERÍSTICAS ONDULATÓRIA.

ENTÃO A ENERGIA DEPENDE DIRETAMENTE DA FREQUÊNCIA.



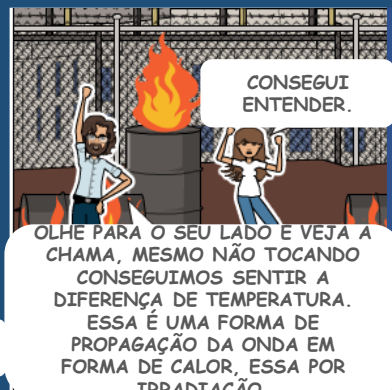
ENTÃO UMA PARTÍCULA NÃO PODE SE COMPORTAR COMO ONDA?

CLARO QUE NÃO FILHA. VEJA SÓ...



PARA VOCÊ MEDIR A OSCILAÇÃO DE UM FÓTON É PRECISO MEDIR A FREQUÊNCIA DESTES SISTEMA.

COMPREENDI



CONSEGUI ENTENDER.

OLHE PARA O SEU LADO E VEJA A CHAMA, MESMO NÃO TOCANDO CONSEGUIMOS SENTIR A DIFERENÇA DE TEMPERATURA. ESSA É UMA FORMA DE PROPAGAÇÃO DA ONDA EM FORMA DE CALOR, ESSA POR IRRADIAÇÃO.



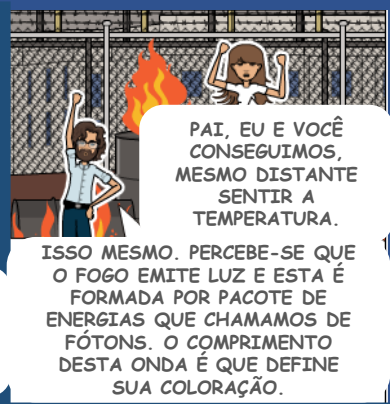
ONDAS EMITEM RADIAÇÃO ?

SIM! A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA É A DEFINIÇÃO DADA A ONDAS QUE NÃO DEPENDEM DE MEIOS PARA SE PROPAGAR.



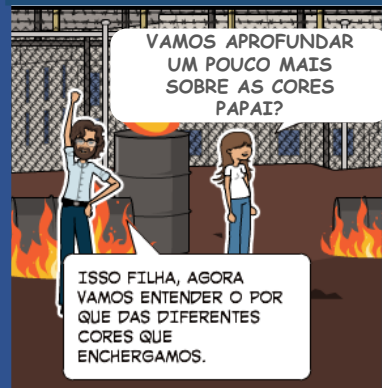
O FOGO É UMA FONTE DE ONDAS E ENERGIA?!

CLARO QUE SIM PAI. DAR PRA PERCEBER QUE ELA VIAJA POR TODA PARTE.



PAI, EU E VOCÊ CONSEGUIMOS, MESMO DISTANTE SENTIR A TEMPERATURA.

ISSO MESMO. PERCEBE-SE QUE O FOGO EMITE LUZ E ESTA É FORMADA POR PACOTE DE ENERGIAS QUE CHAMAMOS DE FÓTONS. O COMPRIMENTO DESTA ONDA É QUE DEFINE SUA COLORAÇÃO.



VAMOS APROFUNDAR UM POUCO MAIS SOBRE AS CORES PAPAII?

ISSO FILHA, AGORA VAMOS ENTENDER O POR QUE DAS DIFERENTES CORES QUE ENCHERGAMOS.



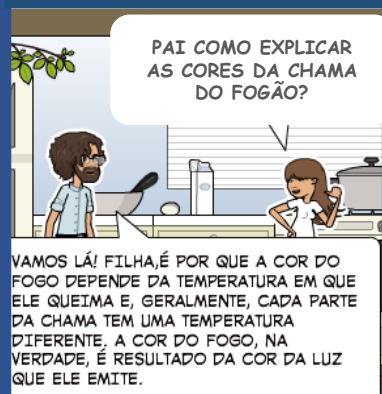
JÁ ESTÁ ANOITECENDO, AMANHÃ DIALOGAREMOS SOBRE AS CORES NAS CHAMAS DE UM FOGÃO.

TÁ BOM PAPAII, IREI DORMIR. BEIJOS E ATÉ AMNHÁ.



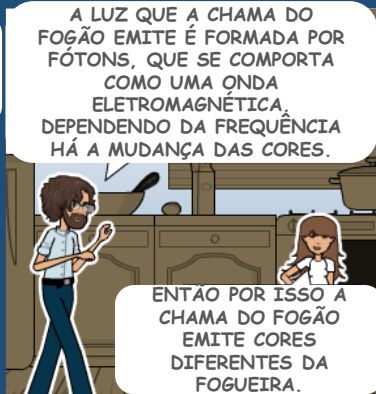
BOM DIA!

BOM DIA, FILHA!



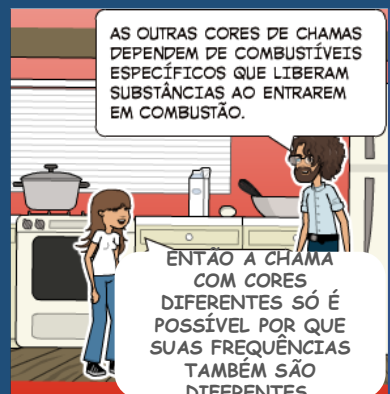
PAI COMO EXPLICAR AS CORES DA CHAMA DO FOGÃO?

VAMOS LÁ! FILHA, É POR QUE A COR DO FOGO DEPENDE DA TEMPERATURA EM QUE ELE QUEIMA E, GERALMENTE, CADA PARTE DA CHAMA TEM UMA TEMPERATURA DIFERENTE. A COR DO FOGO, NA VERDADE, É RESULTADO DA COR DA LUZ QUE ELE EMITE.



A LUZ QUE A CHAMA DO FOGÃO EMITE É FORMADA POR FÓTONS, QUE SE COMPORTA COMO UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA, DEPENDEDO DA FREQUÊNCIA HÁ A MUDANÇA DAS CORES.

ENTÃO POR ISSO A CHAMA DO FOGÃO EMITE CORES DIFERENTES DA FOGUEIRA.



AS OUTRAS CORES DE CHAMAS DEPENDE DE COMBUSTÍVEIS ESPECÍFICOS QUE LIBERAM SUBSTÂNCIAS AO ENTRAREM EM COMBUSTÃO.

ENTÃO A CHAMA COM CORES DIFERENTES SÓ É POSSÍVEL POR QUE SUAS FREQUÊNCIAS TAMBÉM SÃO DIFERENTES.



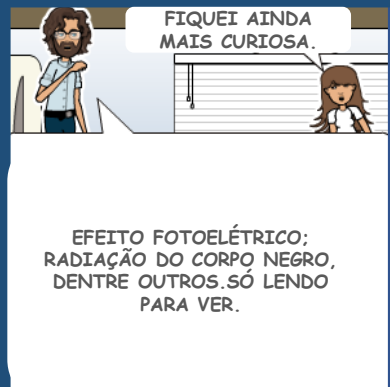
IREMOS AGORA VINCIIAR ASSUNTOS AINDA MAIS INTERESSANTE.

QUAL PAI? QUE ASSUNTOS SÃO ESSES?



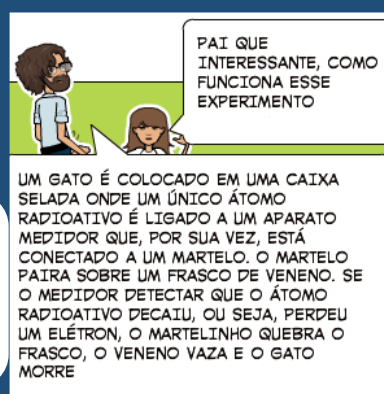
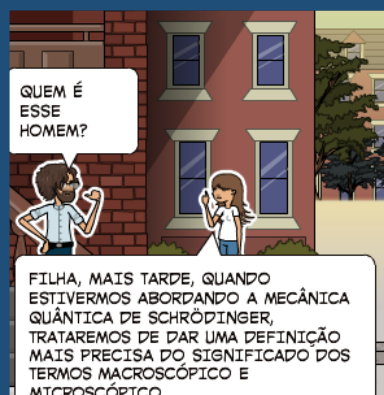
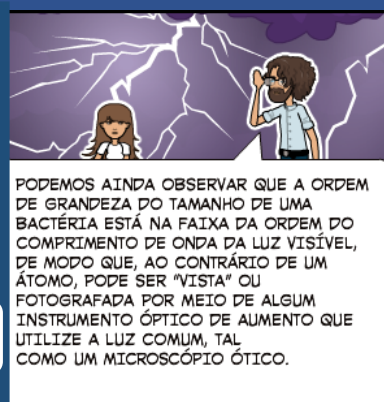
JÁ QUE ANALISAMOS DE FORMA INTRODUTÓRIA O CONCEITO DE PARTÍCULAS E UMA BREVE ANÁLISE DO QUE É ONDA, IREMOS NOS APROFUNDAR EM ALGUNS ASSUNTOS QUE SÓ A FÍSICA QUÂNTICA É CAPAZ DE EXPLICAR.

"QUE MARAVILHA", QUAIS CONTEÚDOS PAI?




FIQUEI AINDA MAIS CURIOSA.

EFEITO FOTOELÉTRICO; RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO, DENTRE OUTROS. SÓ LENDO PARA VER.




QUE INTERESSANTE.




A PROBABILIDADE DE ESSE ÁTOMO PERDER OU NÃO UM ELÉTRON É INCALCULÁVEL. PIOR: SEGUNDO O PRINCÍPIO DA INCERTEZA, A POSIÇÃO DESSE ELÉTRON É MÚLTIPLA: ELE ESTÁ TANTO PERTO DO NÚCLEO ATÔMICO (O ÁTOMO NÃO DECAIU) QUANTO LONGE (O ÁTOMO DECAIU) AO MESMO TEMPO. SUA POSIÇÃO "DEFINITIVA" SÓ É DETERMINADA SE ALGUÉM OBSERVÁ-LO

NOSSA QUE COMPLEXO.



COMO A VIDA OU A MORTE DO GATO ESTÁ DIRETAMENTE LIGADA À POSIÇÃO DO ELÉTRON, E ESTE ESTÁ EM MAIS DE UM LUGAR AO MESMO TEMPO, O GATO TAMBÉM ESTÁ EM UM ESTADO MÚLTIPO: TANTO VIVO QUANTO MORTO. O GATO NÃO TEM CAPACIDADE DE OBSERVAR O ÁTOMO E, COMO A CAIXA ESTÁ SELADA, NINGUÉM PODE VER NADA ALI DENTRO

AFINAL, O GATO MORREU OU ESTÁ VIVO?



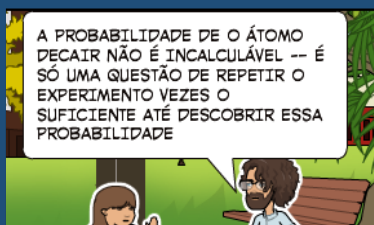
SE UM OBSERVADOR ABRE A CAIXA E OLHA PARA DENTRO, ELE IMEDIATAMENTE DETERMINA, POR OBSERVAÇÃO, EM QUE POSIÇÃO O ELÉTRON ESTÁ, O QUE TAMBÉM DEFINE A VIDA OU A MORTE DO GATO. O PARADOXO ESTÁ NA ESTRANHA SITUAÇÃO DO GATO: AFIRMAR QUE A OBSERVAÇÃO É QUE DETERMINA VIDA OU MORTE DO BICHANO EM VEZ DE APENAS REGISTRAR O ESTADO DELE SOA ABSURDO

ENTENDI, PAI!



O MEDIDOR AGE COMO "OBSERVADOR" E DEFINE A POSIÇÃO DO ELÉTRON MUITO ANTES DE A CAIXA SER ABERTA. QUANDO A CAIXA É ABERTA, O GATO E O OBSERVADOR SE "DIVIDEM" EM DOIS "MUNDOS", UM EM QUE O GATO MORREU E OUTRO EM QUE ESTÁ VIVO

A PROBABILIDADE DE O ÁTOMO DECAIR NÃO É INCALCULÁVEL -- É SÓ UMA QUESTÃO DE REPETIR O EXPERIMENTO VEZES O SUFICIENTE ATÉ DESCOBRIR ESSA PROBABILIDADE




ENTENDI PAPAI, ATRAVÉS DAS REPETIÇÕES SUCESSIVAS PODEMOS CHEGAR A ALGUMAS CONCLUSÕES.

PAI QUE COISA INCRVÍVEL, QUER DIZER QUE A PROBABILIDADE DE ALGO ESTÁ CERTO OU ERRADO DEPENDE MUITO DAS PROBABILIDADES?




ISSO FILHA.


ENTÃO FILHA, CONTINUANDO TEREMOS QUE FALAR DOS OBJETOS CLÁSSICOS E QUÂNTICOS.



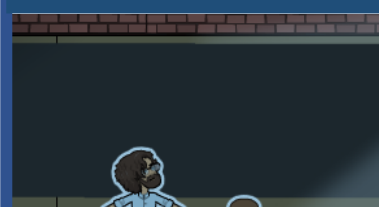
O QUE SIGNIFICA ??



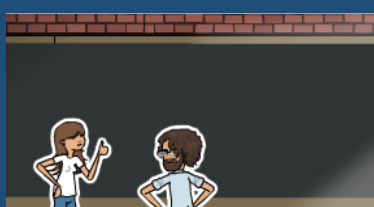
OS SISTEMAS FÍSICOS SÃO CARACTERIZADOS PELO SEU ESTADO, O QUAL É DEFINIDO PELOS VALORES ASSUMIDOS POR UM CONJUNTO MÍNIMO DE GRANDEZAS FÍSICAS, QUE SÃO PROPRIEDADES MENSURÁVEIS DOS OBJETOS.



ENTÃO EXISTE UM CONJUNTO MÍNIMO DE GRANDEZAS FÍSICAS QUE DEFINE O ESTADO DE UM SISTEMA FÍSICO QUALQUER?



SIM FILHA VOCÊ ESTÁ CORRETA EM SUA AFIRMAÇÃO.



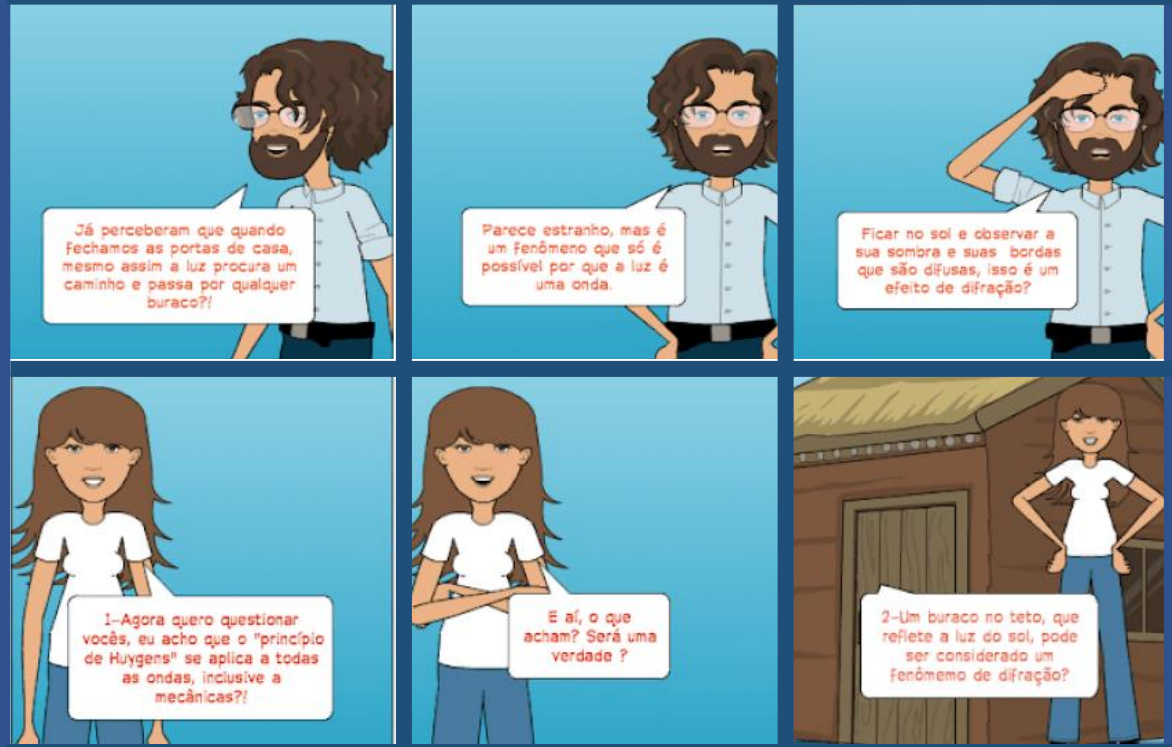
A MECÂNICA QUÂNTICA TRABALHA COM SISTEMAS FORMADOS POR OBJETOS QUÂNTICOS, QUE, COMO REFERIMOS ANTERIORMENTE, SÃO OBJETOS SUBATÔMICO.
...

MUITO MASSA. ADOREI TUDO QUE APRENDI ATÉ AQUI.

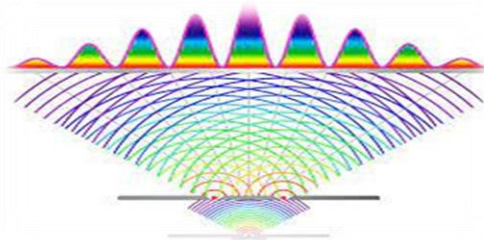


PODEMOS CITAR OS ELÉTRONS, PRÓTONS, NÊUTRONS, NÚCLEOS ATÔMICOS OU MOLÉCULAS, TODOS ELAS SENDO OBJETOS FÍSICOS DOTADOS DE MASSA. CONTUDO, TAMBÉM PODEMOS CITAR COMO EXEMPLOS DE OBJETOS QUÂNTICOS OS FÔTONS QUE FORMAM A LUZ E QUE NÃO POSSUEM MASSA.

DESAFI : Dualidade Quântica.



PENSE E REFLITA: Agora que você leu o terceiro capítulo desta revista em quadrinhos, "Dualidade Quântica", acompanhando as aventuras da Analiz ao analisar os fenômenos de física, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste que envolve o nosso cotidiano. Responda.



- 1 Você acha que o princípio de Huygens se aplica a onda mecânica?
- 2 Um furo no teto que passa a luz solar, pode ser considerado um fenômeno de difração?

RESPOSTAS: 1 - Não, pois o experimento serve para mostrar que cada ponto em uma frente de onda funciona como uma nova fonte, produzindo ondas que se propagam com a mesma frequência, velocidade e na mesma direção das ondas originais; RESPOSTA 2: Sim, pois a luz solar é uma onda eletromagnética.

04-ENTENDENDO FOTÓNS E O EFEITO FOTOELÉTRICO

Panel 1 (Top Left): A father sits on a table while two children stand nearby. The father asks, "PAPAI O QUE IREMOS DISCUTIR NESSE MOMENTO?" and "QUE INTERESSANTE". The children respond, "IREMOS ENTENDER O QUE É ELÉTRONS E FOTÓNS" and "QUERO ENTENDER MELHOR. VOCÊ CONSEGUE EXEMPLIFICAR?"

Panel 2 (Top Middle): The father explains, "COMO FOI ISSO, COMO POSSO ACREDITAR QUE ISSO É VERDADE?" and "E QUEM ESTUDOU SOBRE?". The children reply, "FOI O FÍSICO BRITÂNICO JOSEPH JOHN THOMSON (1856-1940) QUEM DESCOBRIU OS ELÉTRONS EM 1897, ATRAVÉS DA CONFIRMAÇÃO DE QUE OS RAIOS CATÓDICOS SÃO FORMADOS POR FEIXES DE MINÚSCULAS PARTÍCULAS COM CARGAS ELÉTRICAS NEGATIVAS (E DE MESMO VALOR), MAIS TARDE CHAMADAS DE ELÉTRONS".

Panel 3 (Top Right): The father asks, "COMO PAI?". The children respond, "CAROS JOVENS, ALGUMAS CONCEPÇÕES FÍSICAS SÃO MERA ACEITAÇÃO OUTRA É PROVADE CIENTIFICAMENTE." and "MAS PROFESSOR COMO POSSO TER BASE SOBRE ESTE PROBLEMA EM QUESTÃO."

Panel 4 (Second Row Left): The father says, "PAPAI EU ENTENDI, AGORA A CONCEPÇÃO DE FOTÓNS." and "VAMOS VER O QUE SIGNIFICA FOTÓNS...". The children reply, "FOTÓNS TEM ALGO A VER COM LUZ?".

Panel 5 (Second Row Middle): The father says, "PDEIXA MAIS CLARO PARA QUE ELA POSSA DEIXAR DE SER CHATA." The children respond, "NÃO ESTOU ACEITANDO ESTA CONCEPÇÃO." and "UM FÓTON, PORTANTO, É UM QUANTUM DE LUZ. O NOME FÓTON FOI CUNHADO SOMENTE EM 1926 PELO FÍSICO GILBERT NEWTON LEWIS (1875-1946)."

Panel 6 (Second Row Right): The father says, "ACHO QUE JÁ OUVI FALAR." and "FILHA EXISTE UM EXPERIMENTO MUITO BACANA EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE FOTÓNS." The children reply, "ENTÃO ME DIZ QUE EXPERIMENTO É ESTE." and "INTERESANTE.. BOM, VAMOS LÁ! O EXPERIMENTO É CHAMADO DE EFEITO FOTO ELÉPETRICO."

Panel 7 (Third Row Left): The father says, "JÁ ESTUDEI UM POUCO SOBRE ESSE ASSUNTO." The children respond, "PARECE QUE JÁ VIVI ESTE MOMENTO." and "PARA ISSO COMEÇAREMOS A FALAR DA DUALIDADE DA LUZ."

Panel 8 (Third Row Middle): The father says, "OLHA QUE COISA INTERESSANTE, DUALIDADE QUER DIZER DUAS COISAS?". The children reply, "SIM?" and "E AI PAI?".

Panel 9 (Third Row Right): The father says, "UM ASSUNTO INTERLIGADO COM OUTROS." and "NOSSA, AS COISAS TENDEM A FICAR AINDA MAIS INTERESSANTE." The children respond, "DEPOIS DE TER FEITO A PESQUISA VOCÊS DEVEM ANALISAR E QUESTIONAR SUA PROBLEMÁTICA." and "ENTENDI."

Panel 10 (Bottom Row Left): The father says, "SIM, ESTÃO CERTOS DA AFIRMAÇÃO." The children reply, "SIM, ESTÃO CERTOS DA AFIRMAÇÃO." and "TÁ BOM."

Panel 11 (Bottom Row Middle): The father says, "SOB DETERMINADAS CONDIÇÕES, A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA APRESENTA PROPRIEDADES TÍPICAMENTE ONDULATÓRIAS, TAIS COMO DIFRAÇÃO, INTERFERÊNCIA E POLARIZAÇÃO (O EXPERIMENTO DE YOUNG CONSTITUIU UMA MANIFESTAÇÃO BASICAMENTE DA INTERFERÊNCIA).(FAVOR PESQUISAR SOBRE O EXPERIMENTO EM QUESTÃO)".

Panel 12 (Bottom Row Right): The father says, "TÁ BOM."



NÃO CONSIGO ACEITAR ESSA EXPLICAÇÃO, GOSTARIA QUE FOSSE MAIS CLARO.

ESPERE UM POUCO, PAPAI IRÁ EXPLICAR.

SOB OUTRAS CONDIÇÕES, PORÉM, A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA COMPORTA-SE COMO SE FOSSE CONSTITUÍDA POR UM FEIXE DE PARTÍCULAS



ESSES ASPECTOS CORPUSCULARES DA LUZ SÓ FORAM REVELADOS PELA PRIMEIRA VEZ EM EXPERIMENTOS REALIZADOS NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO XX, EMBORA O EFEITO FOTOELÉTRICO, DE 1887 CONSTITUA DE FATO UMA MANIFESTAÇÃO DESSE CARÁTER.



MUITO BACANA.

PODE SER MAIS CLARO?

NESSE MODELO CORPUSCULAR A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA É CONSIDERADA COMO SENDO UM FEIXE OU UMA CORRENTE DE PARTÍCULAS DE LUZ, OU QUANTA DE LUZ, CHAMADAS ATUALMENTE DE FÓTONS.



HÁ, ENTÃO FOI O EXPERIMENTO QUE PROVOU ?

PARCECE QUE SIM.

O FATO DE A NATUREZA DA LUZ DEIXAR DE PODER SER CONSIDERADA SOMENTE COMO ONDULATÓRIA FOI INICIALMENTE REVELADO, COMO AFIRMAMOS, NO EFEITO FOTOELÉTRICO, QUE NÃO PODIA SER EXPLICADO CORRETAMENTE COM BASE NA TEORIA ONDULATÓRIA DA LUZ.



ENTÃO CONSEGUIMOS ENTENDER QUE ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO É QUE CONSEGUIMOS PROVAR MUITA COISA.



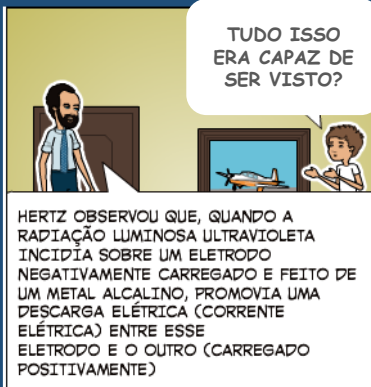
GOSTEI BASTANTE.

ISSO MESMO, A EXPERIMENTAÇÃO É E SEMPRE FOI UMA BASE PARA COMPROVAR E TIRAR ALGUMAS DÚVIDAS.

GOSTO MUITO DE ESTUDAR USANDO OS EXPERIMENTOS. FICA MAIS CLARO.

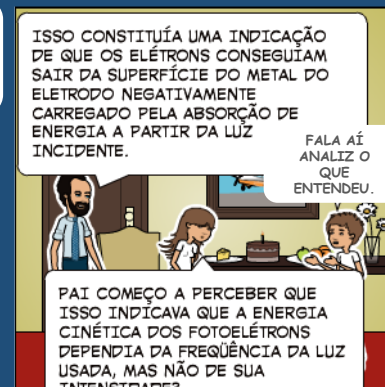


PARADOXALMENTE, A OBSERVAÇÃO DO EFEITO FOTOELÉTRICO ACONTECEU QUANDO HEINRICH HERTZ REALIZAVA EXPERIÊNCIAS PARA CONFIRMAR A EXISTÊNCIA DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS, EM 1887.



TUDO ISSO ERA CAPAZ DE SER VISTO?

HERTZ OBSERVOU QUE, QUANDO A RADIAÇÃO LUMINOSA ULTRAVIOLETA INCIDIA SOBRE UM ELETRODO NEGATIVAMENTE CARREGADO E FEITO DE UM METAL ALCALINO, PROMOVIA UMA DESCARGA ELÉTRICA (CORRENTE ELÉTRICA) ENTRE ESSE ELETRODO E O OUTRO (CARREGADO POSITIVAMENTE)



ISSO CONSTITUÍA UMA INDICAÇÃO DE QUE OS ELÉTRONS CONSEGUÍAM SAIR DA SUPERFÍCIE DO METAL DO ELETRODO NEGATIVAMENTE CARREGADO PELA ABSORÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA LUZ INCIDENTE.

FALA AÍ ANALIZ O QUE ENTENDEU.

PAI COMEÇO A PERCEBER QUE ISSO INDICAVA QUE A ENERGIA CINÉTICA DOS FOTOELÉTRONS DEPENDIA DA FREQUÊNCIA DA LUZ USADA, MAS NÃO DE SUA INTENSIDADE?



OI?

ONDAS?

ONDAS...



ESSAS PESSOAS NÃO SÃO NORMAIS..

AS ONDAS...

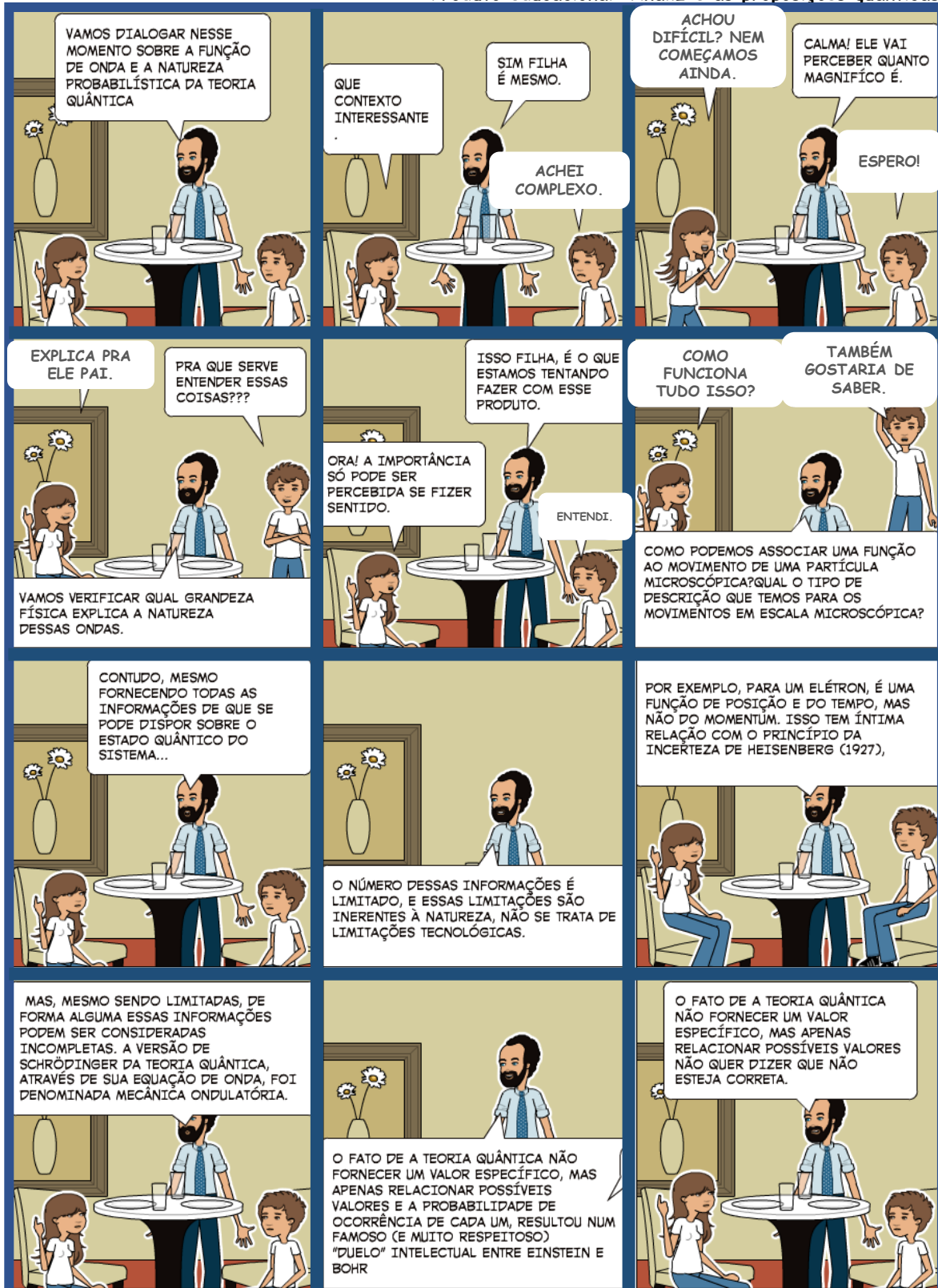
ELAS ESTÃO POR TODA A PARTE.



FICAM FALANDO EM CÓDIGO. NÃO GOSTEI.

ESPEREM UM MINUTO.

UÉ?!



ANALIZ ESTÁ CHEGANDO PARA DEBATERMOS SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO.



NO MUNDO QUANTICO PARTICULAS SUBATÔMICAS E A QUANTIZAÇÃO DE ENERGIA É O QUE MAIS IMPORTA.



QUAL SERIA SEU SIGNIFICADO PARA A CIÊNCIA ?

POR EXEMPLO, A TECNOLOGIA DA INFORMATIZAÇÃO, TUDO ISSO E MAIS FAZEM PARTE DA FÍSICA QUÂNTICA.



ENTÃO VAMOS ADIANTE COM ESSE ESTUDO.



CONSIDERA-SE A FÍSICA MODERNA COMO TENDO DUAS VERTENTES.

QUAIS PAI?



VEJA SÓ...

QUAL É A PRIMEIRA?

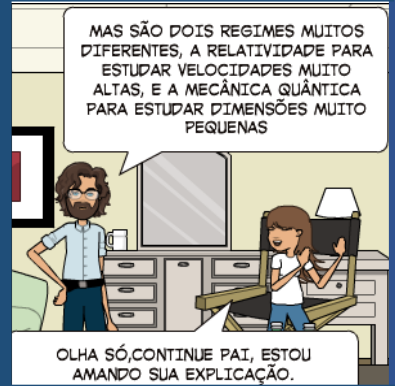


A PRIMEIRA DELAS É A TEORIA DA RELATIVIDADE: NELA SÃO ESTUDADOS OS FENÔMENOS OBSERVADOS POR OBJETOS COM VELOCIDADES MUITO GRANDES, PRÓXIMAS À VELOCIDADE DA LUZ



E A SEGUNDA É A FÍSICA QUÂNTICA: A DESCRIÇÃO DO MUNDO DAS COISAS MUITO PEQUENAS.

ENTENDI PAI.



MAS SÃO DOIS REGIMES MUITOS DIFERENTES, A RELATIVIDADE PARA ESTUDAR VELOCIDADES MUITO ALTAS, E A MECÂNICA QUÂNTICA PARA ESTUDAR DIMENSÕES MUITO PEQUENAS

OLHA SÓ, CONTINUE PAI, ESTOU AMANDO SUA EXPLICAÇÃO.

A PALAVRA QUÂNTICA VEM DE QUANTIFICAÇÃO.

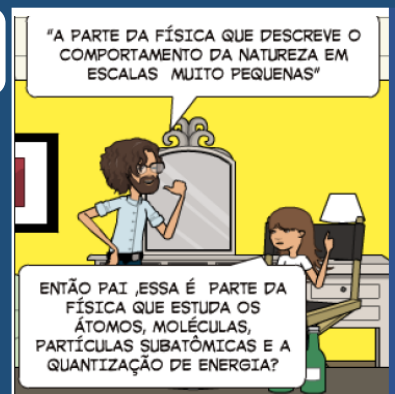


PAPAI O QUE SIGNIFICA FÍSICA QUÂNTICA MESMO?



QUAL SERIA O SIGNIFICADO DE QUÂNTICA PARA A FÍSICA?

VOCÊ NÃO CONSEGUE IMAGINAR?



"A PARTE DA FÍSICA QUE DESCREVE O COMPORTAMENTO DA NATUREZA EM ESCALAS MUITO PEQUENAS"

ENTÃO PAI, ESSA É PARTE DA FÍSICA QUE ESTUDA OS ÁTOMOS, MOLÉCULAS, PARTICULAS SUBATÔMICAS E A QUANTIZAÇÃO DE ENERGIA?

ISSO É INTERESSANTE

SIMENTÃO FILHA, É POR DESCRIVER A NATUREZA EM ESCALAS MUITO PEQUENAS, ESCALAS A QUAL NÃO ESTAMOS ACOSTUMADOS, QUE FICA MUITO DIFÍCIL USAR A INTUIÇÃO PARA TENTAR COMPREENDÊ-LA

A FÍSICA QUÂNTICA TEM MUITO A CONTRIBUIR COM A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA.

HÁ... ENTENDI. O QUANTO A FÍSICA QUÂNTICA DEVE SER IMPORTANTE PARA A HUMANIDADE.

VAMOS AGORA NOS DETER AO EFEITOFOTOELÉTRICO.

EU QUERO VER NO QUE VAI DAR.KKK

TA CERTO PAPAÍ.

OI SOU WILLI ESTAVA VENDO VOCÊS CONVERSANDO SOBRE FÍSICA QUÂNTICA. GOSTARIA DE PARTICIPAR.

ENTÃO VAMOS.

GALERA, EM 1887 HEINRICH HERTZ REALIZOU AS EXPERIÊNCIAS QUE CONFIRMARAM A EXISTÊNCIA DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS...

E TINHA TECNOLOGIA EM 1887 PARA ISSO?

NOSSA PAPAÍ, SÉRIO QUE ELE PÔDE PERCEBER TUDO ISSO EM UM EXPERIMENTO.

EU NAO ACREDITO NESSAS COISAS, SÓ ACREDITO VENDO.

ELE ALÉM DE DESCOBRIR A EXISTÊNCIA DE ONDAS ELETROMAGNÉTICA, PERCEBEU TAMBÉM EM SEUS EXPERIMENTOS QUE O FENÔMENO NÃO ERA DE NATUREZA ELETROSTÁTICA, E QUE A LUZ PODERIA GERAR FAÍSCAS.

A LUZ GERA FAÍSCA?

ISSO É UMA LOUCURA, CONTINUO ACHANDO TUDO ISSO UMA BESTEIRA.

AS FAÍSCAS SÃO PROVIMENTO DO EFEITO FOTOELÉTRICO, QUEM PESQUISOU FOI THOMISSON, ONDE ESSAS SÃO A EMISSÃO DE ELÉTRONS.

ESSA EMISSÃO DE ELÉTRONS OCORRE ATRAVÉS DA ENERGIA QUÂNTIZADA

SÃO PACOTES DE ENERGIAS COM VALORES MÍNIMOS.

SEI !

VOCÊ CONSEGUIU ENTENDER?

SERÁ QUE EU NÃO POSSO TER UMA OUTRA QUANTIDADE DE ENERGIA?

EM 1900 MAX PLANK PROPÔS QUE SÓ PODIAM SER EMITIDAS ENERGIAS EM DETERMINASDAS QUANTIDADES.

MAS PRECISAMENTE, EM QUANTIDADES INTEIRAS DE "H" "F"

E O QUE É "H" E "F" NESSA HISTÓRIA??

POIS É PAPI O QUE É ISSO?

ESTÁ VENDO CRIATURA COMO AGORA FAZ SENTIDO.

SENTIDO DE QUÊ?

"H" PASSOU A SE CHAMAR DE CONSTANTE DE PLANK E "F" É A FREQUENCIA DA RADIAÇÃO EMITIDA.

ISSO GAROTOS, ESTOU GOSTANDO DO DIALOGO.

ENTÃO QUANTO MAIOR A FREQUÊNCIA MAIOR O NÚMERO DE ELÉTRONS POR TEMPO DE EXCITAÇÃO??





VOCÊ SABIA?

- Que o efeito fotoelétrico foi visualizado pela primeira vez em 1839 por Becquerel, ele descobriu que certos materiais emitiam corrente elétrica ao ser iluminado.
- Em 1887 foi confirmado esse efeito por Hertz.

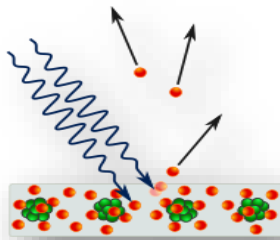
VOCÊ SABIA?

- ✓ Na teoria clássica acreditava-se que ao aumentar a intensidade da luz aumentaria a energia cinética dos elétrons arrancados. Isso foi desmentido por Hertz em 1887, pois em seu experimento ficou provado que ao aumentar a intensidade da luz aumentaria a quantidade de elétrons arrancados(a energia permanecia a mesma).

DESAFI@: O Efeito Fotoelétrico



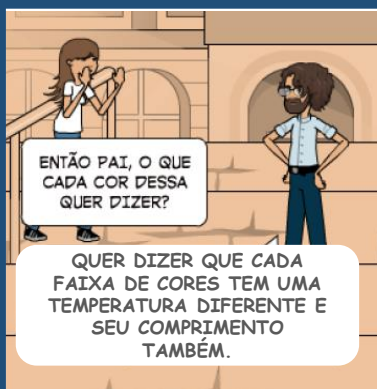
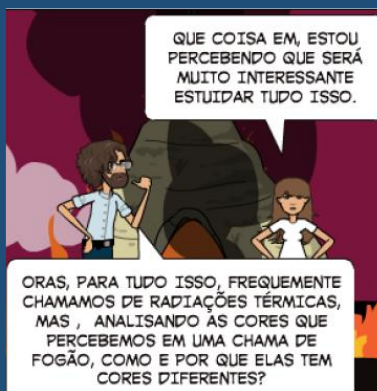
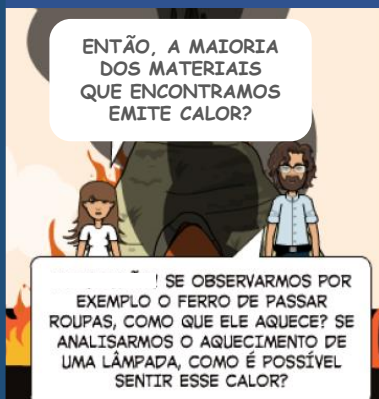
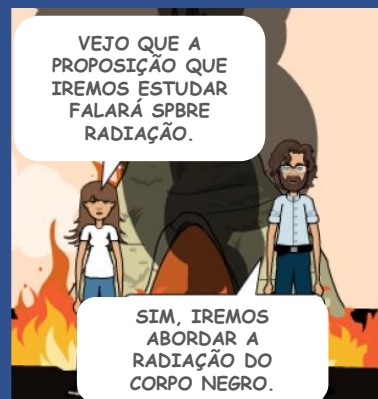
PENSE E REFLITA: Agora que você leu o quarto capítulo desta revista em quadrinhos, "O efeito fotoelétrico", e vivenciando as aventuras da Analiz ao passar sobre essa proposição quântica, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste sobre efeito fotoelétrico. Nestes questionamentos estão as problemáticas encontradas ao vivenciar a experimentação deste fenômeno. Responda as duas perguntas abaixo.

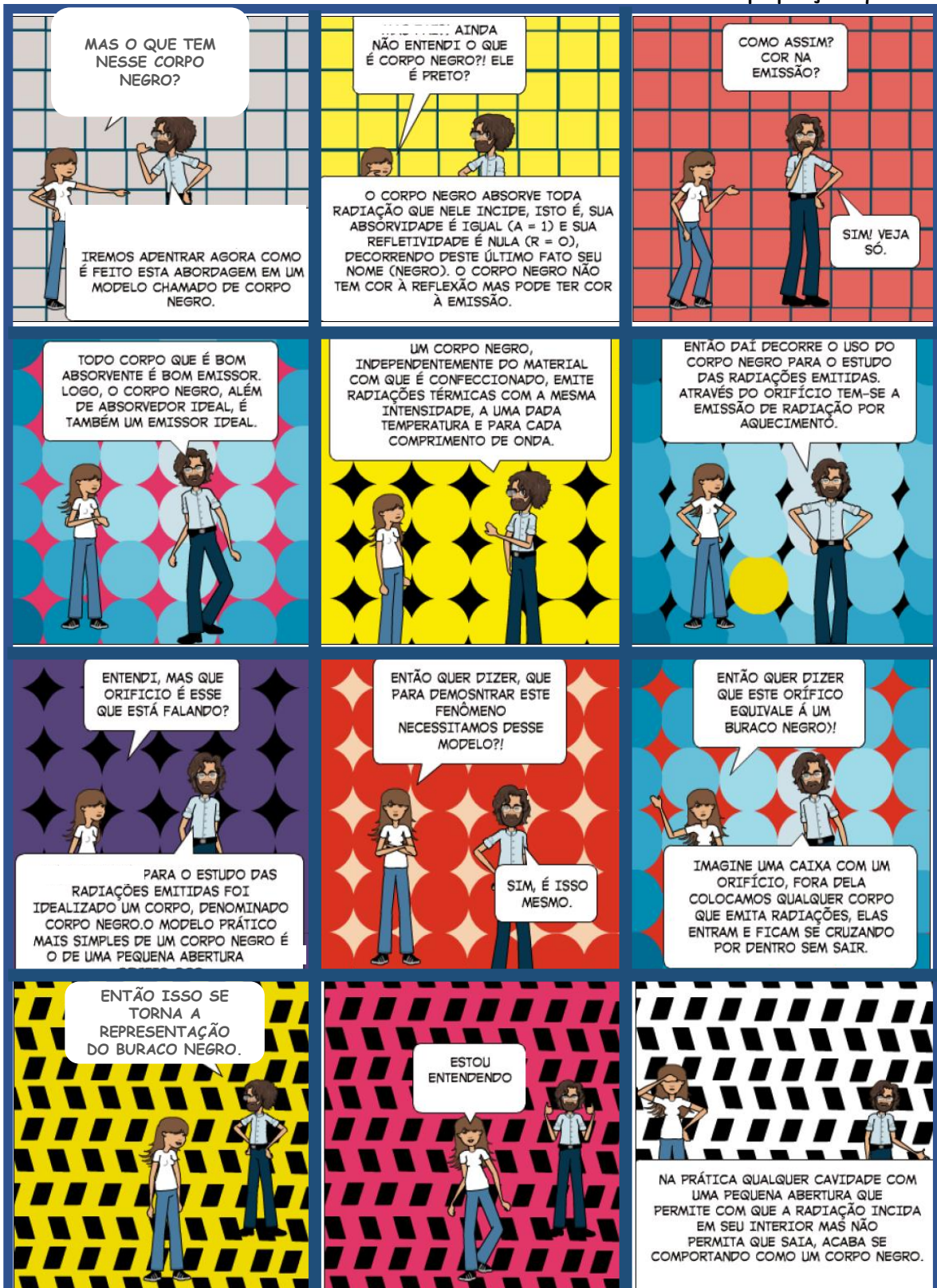


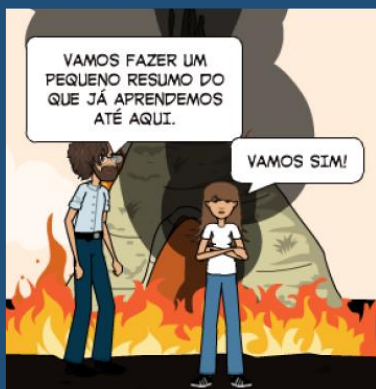
- 1 A energia cinética dos elétrons ejetados dependem exclusivamente da frequência da luz incidente ?
- 2 A intensidade incidente da luz afetará somente a quantidade de elétrons que é ejetado a cada segundo?

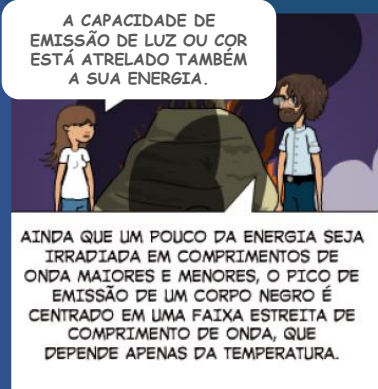
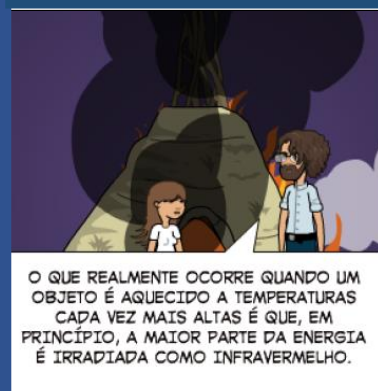
RESPOSTAS: 1 - Sim, aumentar a intensidade da luz aumentaria a quantidade de elétrons arrancados) a energia permanecia a mesma); RESPOSTA: 2 - Sim.

CAPÍTULO 05: RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO









DESAFI@ : A lata Negra.



Já ouviu falar em corpo negro
Ou em radiação do corpo
negro?



Corpo negro é uma denominação
aos corpos que absorvem toda a
radiação que incide sobre ele.



Por exemplo: Quando colocamos uma
lata espelhada e outra pintada de
vermelho, percebemos que aquela
espelhada refletiu mais radiação e
por sua vez ficou com menor
temperatura que aquela que estava
pintada, pois a que estava pintada
absorveu muito mais radiação, ficando
assim com maior temperatura.



Sabia que tudo que tem luz emite
radiação, em forma de onda
eletromagnética, as vezes visíveis,
outras nem tanto.

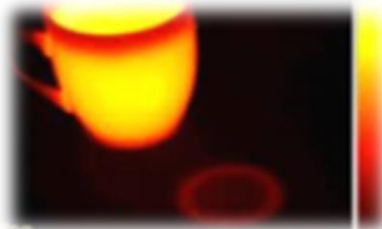


Falando em radiação, se você for
andar no centro da sua cidade, por
volta do meio dia, qual a diferença
entre escolher uma camisa preta e
uma camisa branca? Qual você
escolheria e tente apontar o motivo
desta escolha.



1-Imagine uma lâmpada amarela
conhecida como incandescente(quente)
é colocada próxima das duas latas,
uma branca e outra preta. Qual das
latas ficaram com maior temperatura
e por que isso acontece?

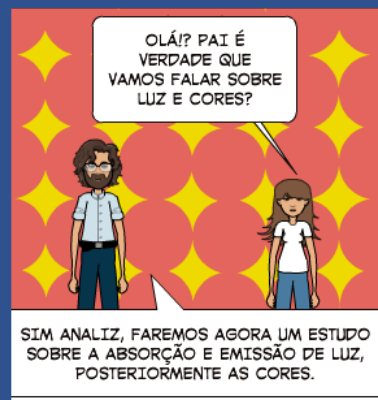
PENSE E REFLITA: Agora que você leu o quinto capítulo desta revista em quadrinhos, "A lata negra", e podendo acompanhar as aventuras da Analiz ao usar a lata negra, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste depois de usar esta lata. Nesta lata abordaremos a emissão e absorção do calor: O comportamento deste calor ao passar por uma lata escura e uma lata branca. Sobre esse experimento, responda as duas perguntas abaixo.



- 1 Você resolve passear por volta de meio dia, ensolarado. Qual a diferença em usar uma camisa branca e outra preta?
- 2 Imagina uma lâmpada amarela(quente) é colocada próximo de duas latas, uma branca e outra preta. Qual das duas ficará com maior temperatura? Por que isso acontece?

RESPOSTAS: 1 - Como a cor mais clara, tendendo ao branco tem a capacidade de refletir todas as cores, quando o raio ultravioleta atinge essa superfície, vai sofrer reflexão, fazendo com que o corpo não receba tanto calor. Já a cor preta age como inverso, ela absorve todas as cores, fazendo com que o corpo receba mais calor. RESPÓSTA: 2 - A lâmpada mais escura fica com maior temperatura do que a outra que é mais clara, pois a mais escura absorve toda a energia irradiada em forma de calor.

CAPÍTULO 06: ABSORÇÃO E EMISSÃO DE LUZ



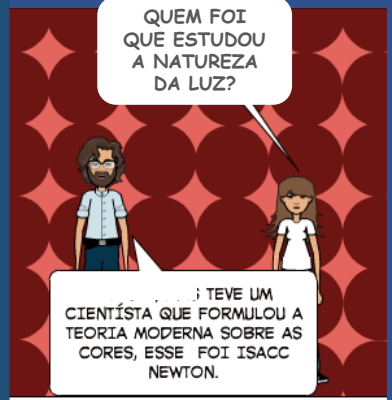
OLÁ!? PAI É VERDADE QUE VAMOS FALAR SOBRE LUZ E CORES?

SIM ANALIZ, FAREMOS AGORA UM ESTUDO SOBRE A ABSORÇÃO E EMISSÃO DE LUZ, POSTERIORMENTE AS CORES.



SABE ME DIZER ONDE SE ESTUDOU O CONCEITO DE LUZ?

SABIA FILHA QUE OS PRIMEIROS ESTUDOS SOBRE A NATUREZA DA LUZ ACONTECEU NA GRÉCIA ANTIGA?!



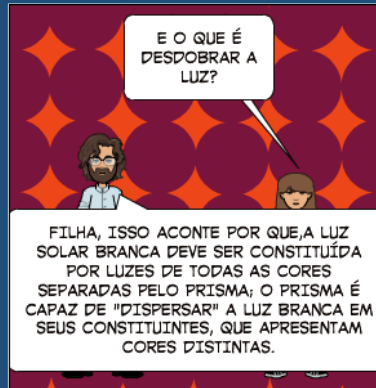
QUEM FOI QUE ESTUDOU A NATUREZA DA LUZ?

... TEVE UM CIENTISTA QUE FORMULOU A TEORIA MODERNA SOBRE AS CORES, ESSE FOI ISACC NEWTON.



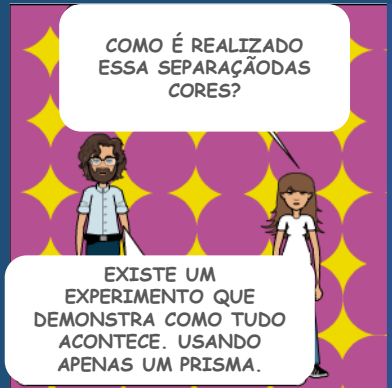
NOSSA COMO TUDO ISSO ACONTECE?

... OBSERVOU QUE UM FEIXE DE LUZ SOLAR BRANCA SE DESDOBRA NUMA SÉRIE DE FEIXES DE LUZ DE CORES DIFERENTES (VERMELHO, LARANJA, AMARELO, VERDE, AZUL E VIOLETA) AO ATRAVESSAR UM PRISMA.



E O QUE É DESDOBRAR A LUZ?

FILHA, ISSO ACONTECE POR QUE, A LUZ SOLAR BRANCA DEVE SER CONSTITUÍDA POR LUZES DE TODAS AS CORES SEPARADAS PELO PRISMA; O PRISMA É CAPAZ DE "DISPERSAR" A LUZ BRANCA EM SEUS CONSTITUINTES, QUE APRESENTAM CORES DISTINTAS.



COMO É REALIZADO ESSA SEPARAÇÃO DAS CORES?

EXISTE UM EXPERIMENTO QUE DEMONSTRA COMO TUDO ACONTECE. USANDO APENAS UM PRISMA.



COMO ACONTECE, PAI?

AS LUZES DE DIFERENTES CORES ATRAVESSAM O MATERIAL DO PRISMA COM VELOCIDADES DIFERENTES E, PORTANTO, POSSUEM DIFERENTES ÂNGULOS DE REFRAÇÃO. POR ISSO ELAS SE DISPERSÃO.



MAS PAI, O QUE É NA VERDADE LUZ?

LUZ É UMA FORMA ESPECIAL DE ENERGIA CONHECIDA COMO RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA ESSE NOME SE DEVE À ASSOCIAÇÃO DOS CAMPOS ELÉTRICO E MAGNÉTICO OSCILANTES COM A RADIAÇÃO.



AGORA COM ESSA PALAVRA TENHO CERTEZA QUE IRÁ COMPLICAR AS COISAS.

VAMOS FALAR SOBRE A LUZ NO ASPECTO FOTÔNICO?!



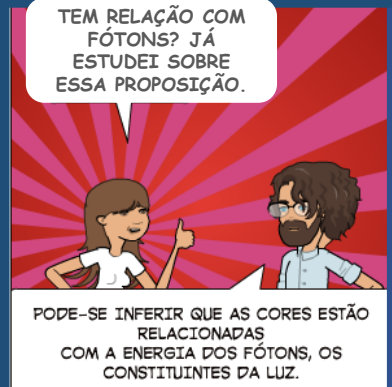
COMO ASSIM? FOTÔNICO ? É ALGO SOBRE CORES ?

NÃO FILHA, TUDO IRÁ CONTINUAR FÁCIL.



ESTOU CURIOSA.

VAMOS LÁ.



TEM RELAÇÃO COM FÓTONS? JÁ ESTUDEI SOBRE ESSA PROPOSIÇÃO.

PODE-SE INFERIR QUE AS CORES ESTÃO RELACIONADAS COM A ENERGIA DOS FÓTONS, OS CONSTITUINTES DA LUZ.

OS FÓTONS SÃO PEQUENAS PARTICULAS QUE ESTÃO NA LUZ, ELAS SÃO RESPONSÁVEIS POR TRANSPORTAR A ENERGIA CONTIDA NAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

MUITO INTERESSANTE. AGORA TUDO FAZ SENTIDO.

POR ISSO QUE EXISTEM ALGUNS APARELHOS QUE FUNCIONAM ATRVÉS DESSA ENERGIA.

OS FÓTONS PODÊM TER ENERGIAS EXTREMAMENTE ALTAS CONHECIDO COMO RAIOS CÔSMICOS OU BAIXAS QUE SÃO AS ONDAS DE RÁDIO E MICROONDAS.

...SÓ CONSEGUIMOS VER AQUILO QUE ESTÁ DENTRO DO ESPECTRO VISÍVEL.

ENTÃO AQUI COMEÇA QUELE NEGÓCIO DO QUE PODEMOS VER ?

EU OUVI FALAR QUE O CÉREBRO HUMANO TAMBÉM É RESPONSÁVEL PELO QUE EXERGAMOS.

O MAIS IMPORTANTE DE TUDO ISSO, A COR É FUNDAMENTALMENTE UM FENÔMENO SUBJETIVO, RESULTANTE DO ESTÍMULO RECEBIDO PELOS OLHOS E INTERPRETADO PELO CÉREBRO.

POIS ENTÃO FILHA, A RETINA TEM VÁRIOS TIPOS D'ISTINTOS DE RECEPTORES DE COR, EXISTEM ESTRUTURAS QUE SÃO SENSÍVEIS A REGIÕES PARTICULARES DO ESPECTRO VISÍVEL.

... AGORA ENTENDO PORQUE O PROFESSOR FALA QUE ENXERGAMOS TUDO QUE É REFLETIDO.

MAS O QUE É ISSO, ESPECTRO VISÍVEL?

FILHA, AS FREQUÊNCIAS SÃO RESPONSÁVEIS POR DETERMINAR AS CORES PARA A LUZ, PARA UMA DETERMINADA FAIXA DE FREQUÊNCIAS PODEMOS OBSERVAR CERTAS CORES, E ESSA FAIXA DE CORES É CHAMADA DE ESPECTRO DE LUZ VISÍVEL.

VOCÊ COMPREENDEU?

ENTENDI, TUDO ISSO DEPENDE DE DETERMINADA FREQUÊNCIA, E ESTAS, PARA QUE EU POSSA VER TEM QUE TER UM DETERMINADO COMPRIMENTO DE ONDA.

TEM MAIS ALGUMA DÚVIDA?

... COMO É FEITO ESSE ESTUDO? COMO ESSAS CORES SÃO COMBINADA?

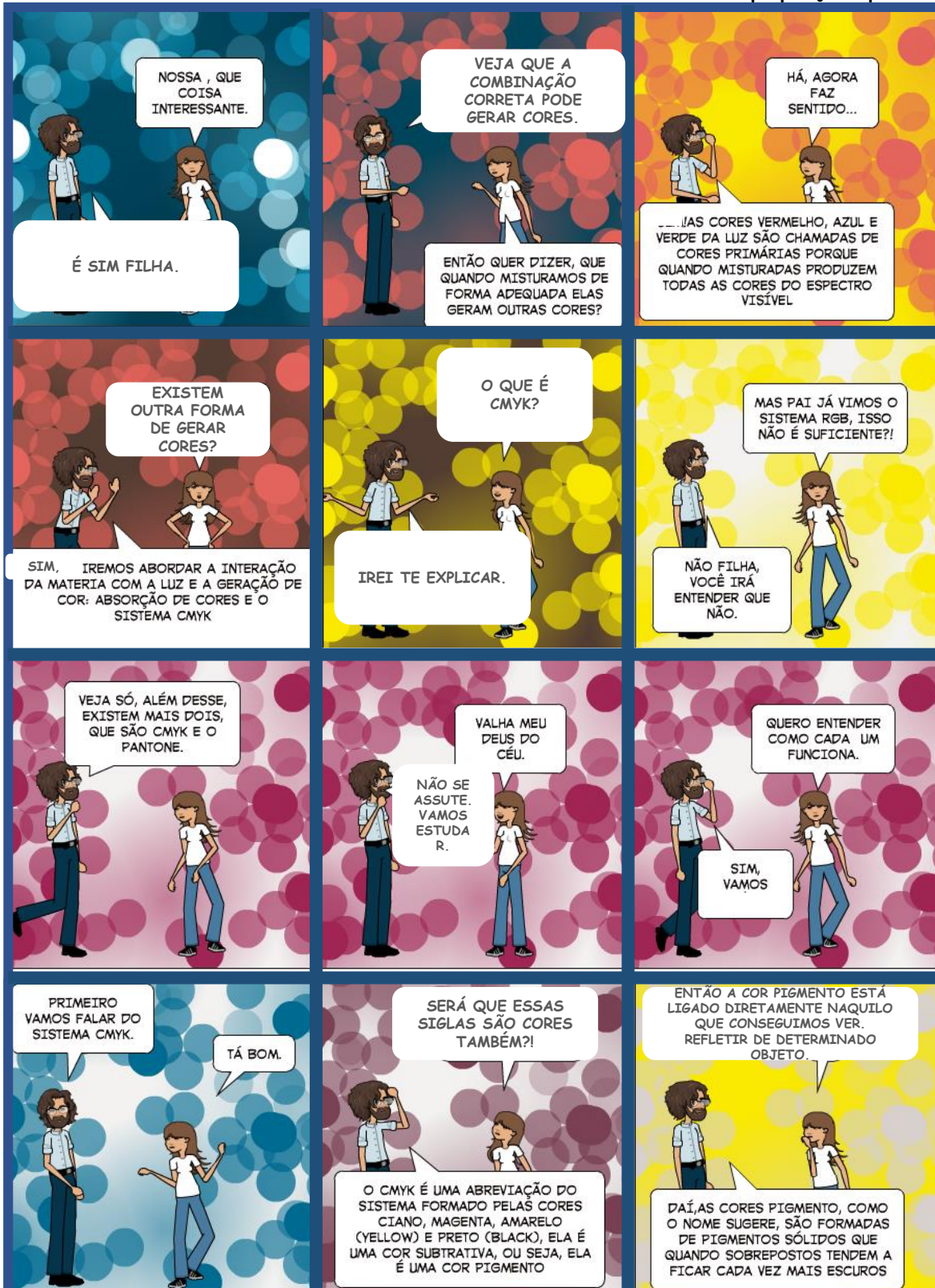
IREI TE EXPLICAR.

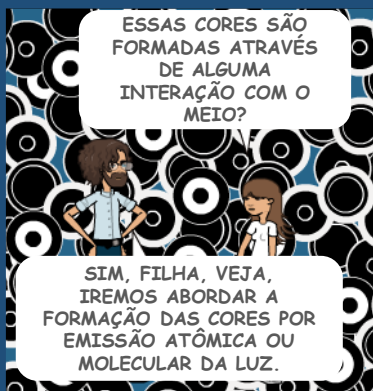
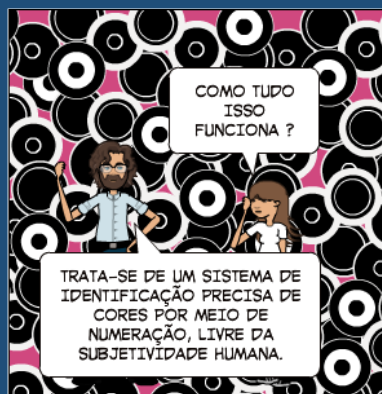
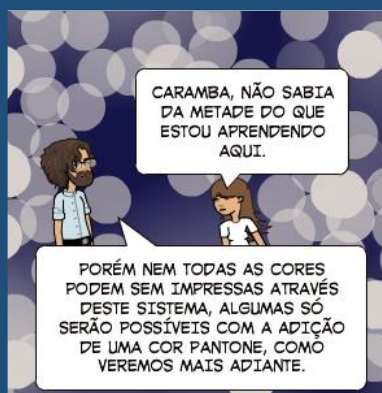
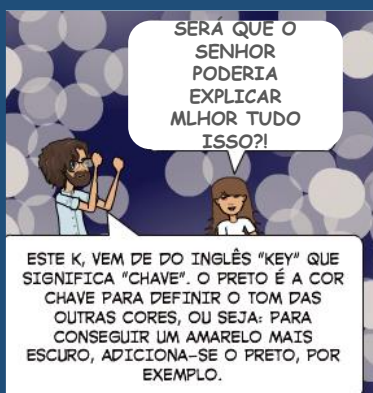
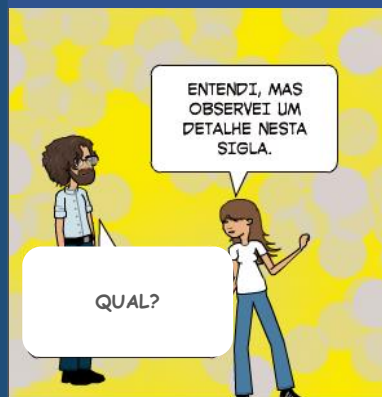
TÁ BOM, ENTÃO.

PARA ISSO EXISTEM O SISTEMA RGB.

O QUE É ISSO??

RGB É A ABREVIATURA DE UM SISTEMA DE CORES ADITIVAS EM QUE O VERMELHO (RED), O VERDE (GREEN) E O AZUL (BLUE) SÃO COMBINADOS DE VÁRIAS FORMAS DE MODO A REPRODUZIR UM LARGO ESPECTRO CROMÁTICO





SERÁ QUE AQUELA LUZ QUE ENXERGAMOS NO FILAMENTO DE UMA LÂMPADA TEM RELAÇÃO COM TUDO ISSO?

A INCANDESCÊNCIA É A EMISSÃO DE LUZ DESCENDENTE DE UM MATERIAL QUENTE OU SUPER AGUECIDO

MUITO LEGAL, MUITO BOM MESMO.

MUITO INTERESSANT E FILHA ESSE ASSUNTO.

HÁ!! AGORA FAZ SENTIDO, POR QUAL MOTIVO ELA GASTA MUITA ENERGIA.

NAS LÂMPADAS INCANDESCENTE (AMARELA, QUENTE) COMERCIAL, A ELETRICIDADE QUE É EMPREGADA PARA AGUECER O FILAMENTO DE TUNGSTÊNIO ESTÁ A UMA TEMPERATURA MUITO ALTA CERCA DE 2.500 GRAUS CELSIUS

SÉRIO, E AS OUTRAS CORES, COMO POR EXEMPLO, AS ESTRELAS, O QUE VEJO É BRANCO, POR QUE?

AS CORES MAIS INTNSAS COMO O AMARELO E VERMELHO É POR QUE TEM SEU COMPRIMWNTO DE ONDA MUITO GRANDE, POR EXEMPLO O SOL, ELE SE ENCONTRA DENTRO DO ESPECTRO DE CORES VISIVEIS.

NOSSA, COMO ISSO FICA CLARO AGORA, ESTUDAR E ENTER AS CORES É MUITO LEGAL.

O SOL CHEGA A UMA TEMPERATURA PERTO DE SUA SUPERFICIE DE 5700 GRAUS CELSIUS , OUTRAS ESTRELAS, QUE POSSUEM TEMPERATURA SUPERFICIAL DIFERENTE DA DO SOL, EMITEM CORES QUE PODEM VARIAR DO VERMELHO (ESTRELAS MAIS FRIAS) AO BRANCO-AZULADO (ESTRELAS MAIS QUENTES)

SEI! QUERO VER, COMO É ISSO...

POI ENTÃO, SEGUINDO IREMOS ENTENDER COMO SE COMPORTA ALGUMAS LUMINESCÊNCIAS.

EU ACHO QUE SEI MAIS OU MENOS, JÁ CONSIGO RELACIONAR COM AS LÂMPADAS BRANCAS E AMARELAS (FRIAS E QUENTES).

MEU DEUS, NÃO ACREDITO.

SIM, É POR ESSE CAMINHO!!

É TIPO AQUELES OBJETOS QUE FICAM ACESSO NO ESCURO?!!

ENTÃO QUANDO A EMISSÃO É ANTECIPADA PELA ABSORÇÃO DE LUZ, OU SEJA, RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA, O FENÔMENO É CONHECIDO COMO FLUORESCÊNCIA OU FOSFORESCÊNCIA.

HÁ, AQUI NECESSITA DE UMA FONTE DE EXCITAÇÃO. UMA SUBSTÂNCIA QUE EMITA LUZ QUANDO EXPOSTA A RADIAÇÕES DO TIPO ULTRAVIOLETA, RAIOS CATÓDICOS OU RAIOS X.

SIM PAPAI ENTENDI, CONSEGUIMOS PERCEBER TUDO ISSO NA NATUREZA, BASTA FICAR UM POUCO ATENTO A ESSAS INFORMAÇÕES.

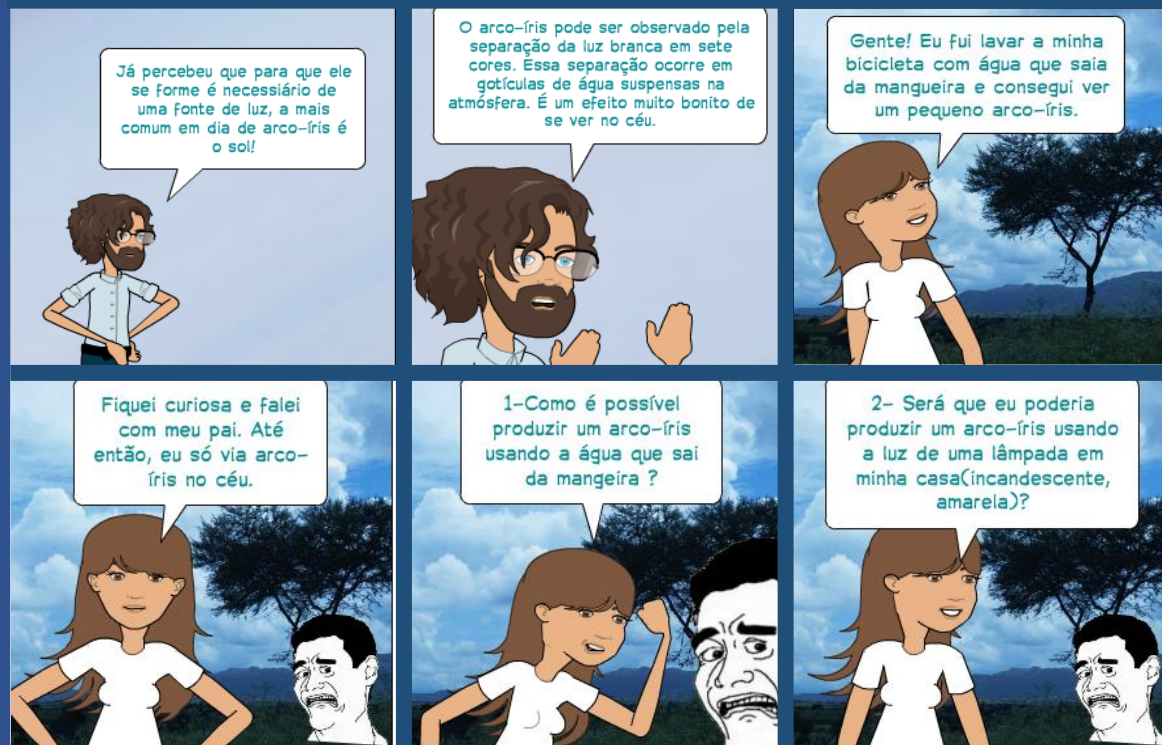
EU SOU MUITO INTELIGENTE.

ISSO, ISSO!! PORTANTO, QUANDO ESSA EMISSÃO CESSA RAPIDAMENTE, APÓS A INTERRUPTÃO DA LUZ, OU SEJA EXCITAÇÃO DOS ELÉTRONS, ENTÃO TEREAMOS O FENÔMENO DA FLUORESCÊNCIA.

ISSO MESMO, ESTAIS ORRETA. AGORA SE A EMISSÃO SE MANTÉM APÓS A CESSAÇÃO DO ESTÍMULO, O FENÔMENO PASSA A SER DENOMINADO FOSFORESCÊNCIA.

NÃO É QUE TENS RAZÃO.

DESAFIO: O arco-íris



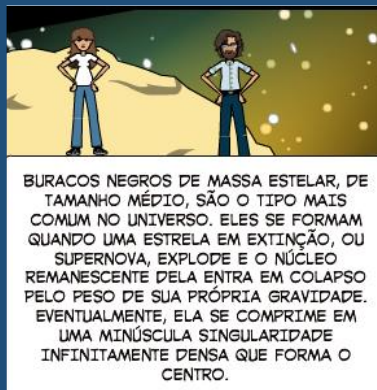
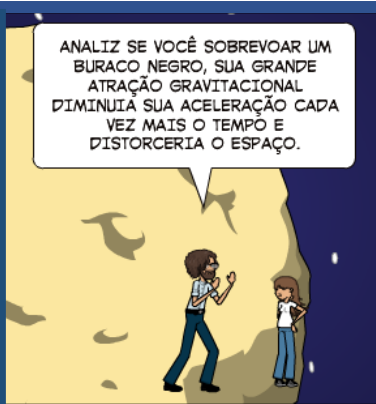
PENSE E REFLITA: Agora que você leu o sexto capítulo desta revista em quadrinhos, "O arco-íris", acompanhando a aventura da Analiz ao analisar o experimento, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste sobre o conhecimento corriqueiro, vivenciado no seu dia a dia. Responda as duas perguntas abaixo.

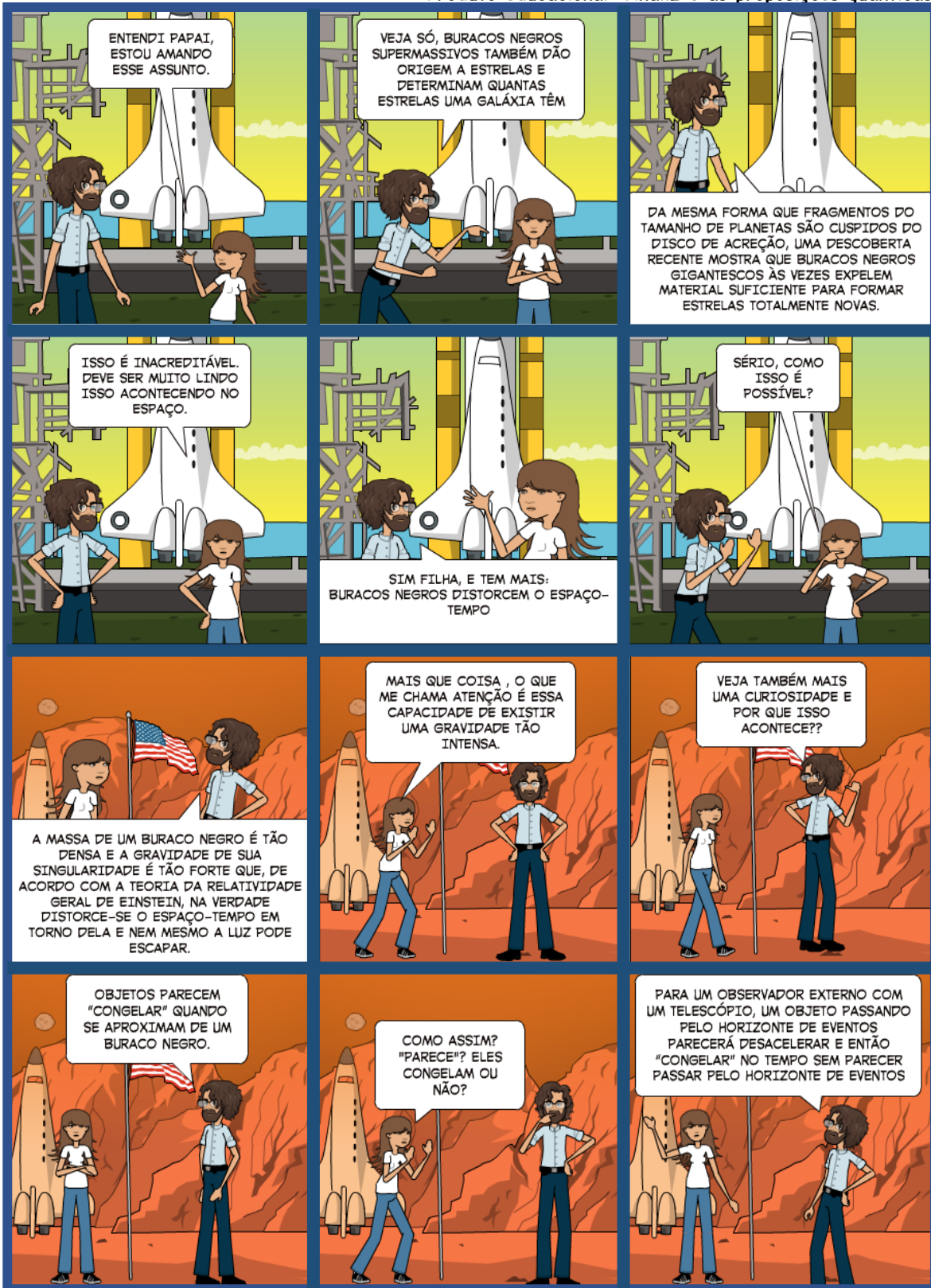


- 1 Como é possível produzir um arco-íris usando a água que sai da mangueira?
- 2 Será que eu poderia produzir um arco-íris usando a luz de uma lâmpada em minha casa(incandescente)?

RESPOSTAS: 1 - A luz do sol quase dispersa bate nas gotículas de chuva e refratada ao encontrar a superfície da gota de chuva e dentro dela será refletida várias vezes luz do sol, que é uma fonte policromática.-RESPOSTA: 2 -Não. Isso não é possível pois necessitamos de uma fonte policromática, a luz amarela é monocromática.







ENTENDI PAPAI, ESTOU AMANDO ESSE ASSUNTO.

VEJA SÓ, BURACOS NEGROS SUPERMASSIVOS TAMBÉM DÃO ORIGEM A ESTRELAS E DETERMINAM QUANTAS ESTRELAS UMA GALÁXIA TEM

DA MESMA FORMA QUE FRAGMENTOS DO TAMANHO DE PLANETAS SÃO CUSPIDOS DO DISCO DE ACREÇÃO, UMA DESCOBERTA RECENTE MOSTRA QUE BURACOS NEGROS GIGANTESCOS ÀS VEZES EXPELEM MATERIAL SUFICIENTE PARA FORMAR ESTRELAS TOTALMENTE NOVAS.

ISSO É INACREDITÁVEL. DEVE SER MUITO LINDO ISSO ACONTECENDO NO ESPAÇO.

SIM FILHA, E TEM MAIS: BURACOS NEGROS DISTORCEM O ESPAÇO-TEMPO

SÉRIO, COMO ISSO É POSSÍVEL?

A MASSA DE UM BURACO NEGRO É TÃO DENSA E A GRAVIDADE DE SUA SINGULARIDADE É TÃO FORTE QUE, DE ACORDO COM A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL DE EINSTEIN, NA VERDADE DISTORCE-SE O ESPAÇO-TEMPO EM TORNO DELA E NEM MESMO A LUZ PODE ESCAPAR.

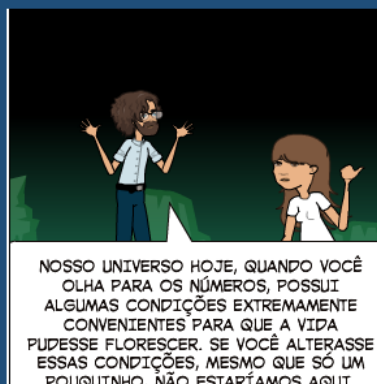
MAIS QUE COISA, O QUE ME CHAMA ATENÇÃO É ESSA CAPACIDADE DE EXISTIR UMA GRAVIDADE TÃO INTENSA.

VEJA TAMBÉM MAIS UMA CURIOSIDADE E POR QUE ISSO ACONTECE??

OBJETOS PARECEM "CONGELAR" QUANDO SE APROXIMAM DE UM BURACO NEGRO.

COMO ASSIM? "PARECE"? ELAS CONGELAM OU NÃO?

PARA UM OBSERVADOR EXTERNO COM UM TELESCÓPIO, UM OBJETO PASSANDO PELO HORIZONTE DE EVENTOS PARECERÁ DESACELERAR E ENTÃO "CONGELAR" NO TEMPO SEM PARECER PASSAR PELO HORIZONTE DE EVENTOS







VOCÊ SABIA?

- Que praticamente todas as galáxias possuem um buraco negro supermassivo em seu centro.

VOCÊ SABIA?

- Buracos negros não podem ser vistos e nem são orifícios reais. São pontos muito denso. Singularidade.
- Buracos negros são geradores de energia eficiente.
- Buracos negros fazem barulho.
- O tempo não faz sentido do lado de um buraco negro.

DESAFIO: Buraco Negro



PENSE E REFLITA: Agora que você leu o capítulo sete desta revista em quadrinhos, "Buraco negro", acompanhando a aventura da Analiz ao passar sobre as curiosidades destes fenômenos, que tal testarmos um pouco sobre o que você aprendeu durante esse processo? Aqui apresentamos um teste que irá aguçar ainda mais a sua curiosidade sobre os buracos negros. Sobre esse fenômeno, responda as duas perguntas abaixo.



- 1 O buraco negro é invisível? Como podemos descobrir algo sobre ele?
- 2 Quanto tempo leva para um buraco negro se formar?

RESPOSTAS: 1 - Sim, pois o seu campo gravitacional é tão intenso que a luz não consegue passar por ele. RESPOSTA 2 - Apesar de os buracos negros durarem menos que o nosso Sol, as estrelas de massa muito elevada que formam buracos negros estelares levam milhões de anos para explodir e formar um buraco negro.

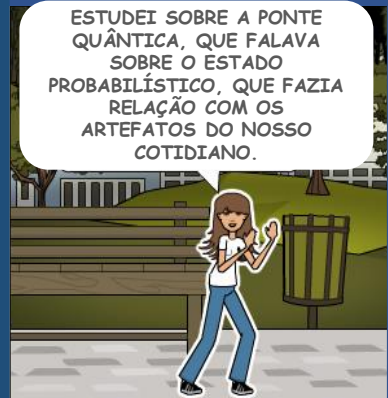
CAPÍTULO 10: POR FIM! EU ANALIZO!



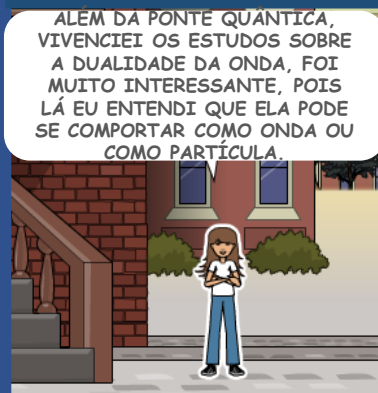
GOSTEI MUITO DO QUE APRENDI ATÉ AQUI.



POSSO GRITAR PRA TODO MUNDO; FOI GRATIFICANTE ESTUDAR TODAS ESSAS PROPOSIÇÕES QUÂNTICAS.



ESTUDEI SOBRE A PONTE QUÂNTICA, QUE FALAVA SOBRE O ESTADO PROBABILÍSTICO, QUE FAZIA RELAÇÃO COM OS ARTEFATOS DO NOSSO COTIDIANO.



ALÉM DA PONTE QUÂNTICA, VIVENCIEI OS ESTUDOS SOBRE A DUALIDADE DA ONDA, FOI MUITO INTERESSANTE, POIS LÁ EU ENTENDEI QUE ELA PODE SE COMPORTAR COMO ONDA OU COMO PARTÍCULA.



ATRVÉS DA INTERAÇÃO COM O MEIO EU CONSEGUI ENTENDER COM MAIS FACILIDADE OS CONTEÚDOS PROPOSTO.



ISSO MESMO, ESSA RELAÇÃO FAVORECE NO ENTENDIMENTO, PARA ISSO TAMBÉM FOI POSSÍVEL ENTENDER O EFEITO FOTOELÉTRICO.



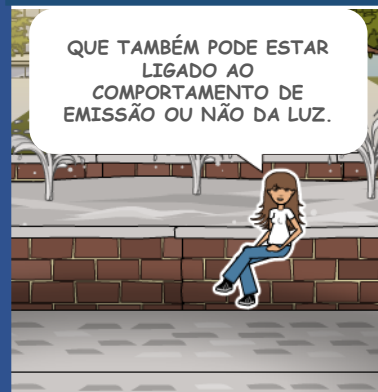
ASSUNTO QUE ESTÁ INSERIDO EM QUASE TUDO QUE NOS RODEIA, INCLUSIVE NO FUNCIONAMENTO DO MICROONDAS LÁ DE CASA.



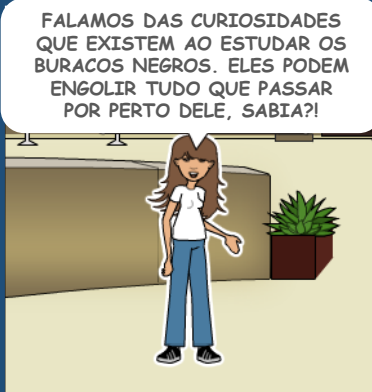
FALANDO EM MICROONDAS, VAMOS FALAR DO QUE ENTENDEI NA PROPOSIÇÃO RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO. FOI INCRÍVEL!



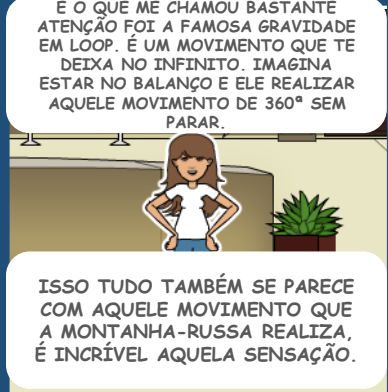
APRENDI QUE BASTA ABSORVER TODA A RADIAÇÃO INCIDENTE SOBRE ELE, QUE PODE SER CONSIDERADO UM CORPO NEGRO.



QUE TAMBÉM PODE ESTAR LIGADO AO COMPORTAMENTO DE EMISSÃO OU NÃO DA LUZ.



FALAMOS DAS CURIOSIDADES QUE EXISTEM AO ESTUDAR OS BURACOS NEGROS. ELAS PODEM ENGOLIR TUDO QUE PASSAR POR PERTO DELE, SABIA?!



E O QUE ME CHAMOU BASTANTE ATENÇÃO FOI A FAMOSA GRAVIDADE EM LOOP. É UM MOVIMENTO QUE TE DEIXA NO INFINITO. IMAGINA ESTAR NO BALANÇO E ELE REALIZAR AQUELE MOVIMENTO DE 360° SEM PARAR.

ISSO TUDO TAMBÉM SE PARECE COM AQUELE MOVIMENTO QUE A MONTANHA-RUSSA REALIZA, É INCRÍVEL AQUELA SENSACÃO.

SOBRE OS AUTORES

- **FRANCISCO FÁBIO DE SOUSA RIBEIRO**

Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Graduado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Especialista em Gestão em Educação Básica pela Universidade Estadual do Ceará-UECE. Especialista em Educação Pobreza e Desigualdade Social pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Professor de Física - E.E.E.P Edson Queiroz- de 2013 á 2020 . Tem Experiência na Área de Ciências e Matemática- Escola de Educação Básica Deputado Raimundo Queiroz. EEM Padre Arimatéia Diniz no ensino de matemática e física. EEF - Escola de Ensino Fundamental Luiz Pacheco do Amaral- Ciências. Centro Educacional Municipal- Ensino da EJA- Com ênfase em Física e Matemática. Atualmente se encontra lotado na Secretária Estadual de Educação do estado de Paraíba-Atuando como professor de física do ensino médio da instituição de educação profissional ECIT Professor Luís de Azevedo Soares.

- **LÁZARO LUIS DE LIMA SOUSA**

Possui graduação em Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Piauí - UFPI, mestrado em Física pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE e doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Atualmente é Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA atuando no curso de graduação Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e faz parte do corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, do polo 9, em Mossoró-RN.

Agradecimento à UFRSA pelo apoio à pesquisa em Ensino de Física.

Mossoró-RN

Junho de 2020.