

CURSINHO POPULAR DOS ALUNOS DA PUC

CURSO DE FÍSICA

Física e Arte, uma proposta transdisciplinar

Adolfo Forti

2015

"Existe uma teoria que diz que, se um dia alguém descobrir exatamente para que serve o Universo e por que ele está aqui, ele desaparecerá instantaneamente e será substituído por algo ainda mais estranho e inexplicável.

— — ϕ — —

Existe uma segunda teoria que diz que isso já aconteceu."

Guia do Mochileiro das Galáxias

Carta ao professor e ao aluno

Este material é destinado ao aluno, porém resolvi colocar no início essa “carta ao professor e ao aluno” com o intuito de comunicar a ambos as intenções desse projeto e fazer saber a postura que se espera daquele que estiver na posição de Professor.

Tecnologia é sinônimo de inovação? Será possível uma aula Bancária, no sentido *Freiriano* da palavra, usando *softwares*, *tablets* e afins? Qual o sentido da escola em uma sociedade? Considero fundamentais essas perguntas para iniciar a discussão do que esperamos fazer desse projeto, não só pelo fato de que os esforços dos que estão escrevendo são voltados a essa direção, mas também por ser reflexão sobre o problema de formação do indivíduo e sua ação na sociedade, como uma construção histórica e política, mudando e sendo mudado em um processo contínuo. Nesse contexto iniciamos a apresentação deste material que se dispõe a trabalhar de forma dialógica com alunos de um cursinho popular, fazendo o ensino de ciências com enfoque no indivíduo com explicador, e autenticidade em propor que temas como Física e Arte podem ser explorados juntos. Dessa forma ressalto que o intuito desse material é mediar uma proposta de ensino que seja de fato revolucionária, e não somente um meio de se fazer “mais do mesmo”. Esperamos engajamento docente nesse trabalho!

Contextualização

O seguinte material é produto da experiência obtida em um cursinho popular em São Paulo, no prédio da PUC no campus Perdizes.

Nascido do esforço coletivo de estudantes de História e Geografia da PUC em 2007, o cursinho era pré-vestibular e voltado a estudantes negros de baixa renda para que ingressassem na Pontifícia, que na época não possuía nenhum estudante negro em suas salas de aula.

Hoje o Cursinho sofreu diversas transformações, uma delas que não é mais voltado somente ao vestibular nem diretamente para estudantes negros, os candidatos são selecionados por entrevista e comprovação de baixa renda. Apesar de realizar simulados da prova ENEM e ter ainda as provas dos grandes vestibulares como elemento de atenção por grande parte dos estudantes, temos como motivação maior a atividade humana de convivência como uma atividade prazerosa e que contem em si só a experiência pedagógica de aprendizado. A fim de concretizar essa ideia são organizadas além das aulas expositivas em sala, oficinas e trabalhos de campo (visitas a centros históricos, museus e parques estaduais).

As aulas acontecem aos sábados das 09h às 17h e 30 m. Contando com 3 turmas de aproximadamente 50 alunos cada, de idades variando de 17 a 60 anos.

Objetivos e Metodologia

Para nós só faz sentido ensinar algo após um contato que permita entender os objetivos pessoais dos estudantes e a noção previa que eles têm dos conceitos que iremos explorar ao longo do curso. Não há um método descritivo para como desenvolvemos essa experiência com eles, porém contamos com as atividades pouco formais, do ponto de vista da tradição de ensino, para criar um ambiente em que seja possível nos tornarmos realmente amigos dos estudantes. Tenho como Objetivo pessoal de professor de Física engajar as pessoas em explicar fenômenos diários com ferramentas conceituais da ciência, desenvolvendo uma cultura científica que esteja vinculada à forma direta como essas pessoas veem o mundo. Entendo também a educação como um processo de realização pessoal e libertador, na perspectiva de permitir novas experiências da realidade a partir da complexificação dos saberes do indivíduo.

Construiremos ao longo do ano atividades que a partir daqui chamaremos de Oficinas, estas em sua maioria terão caráter artístico e serão desenvolvidas pelos alunos e professores.

Com o intuito de organizar uma logística o curso de Física será dividido em três Blocos e terá como tema o conceito de Luz, as aulas acontecerão em sala e as oficinas no pátio central do campus. Usaremos como recurso didático discussões em grupo, leitura de textos e mostra de filmes.

PLANO DO CURSO

BLOCO 1 – OFICINA DE SILK

AULA EM SALA:

Natureza da matéria

- Do que são feitas as coisas?
- Mas qual o formato dos átomos?
- A ligação entre os átomos
- Luz e Movimento
- Discussão da Arte das Camisetas

OFICINAS NO PÁTIO CENTRAL:

- Construção das telas
- Gravação das Telas e estampagem das camisetas

AULA EM SALA

Como fizemos aquilo?

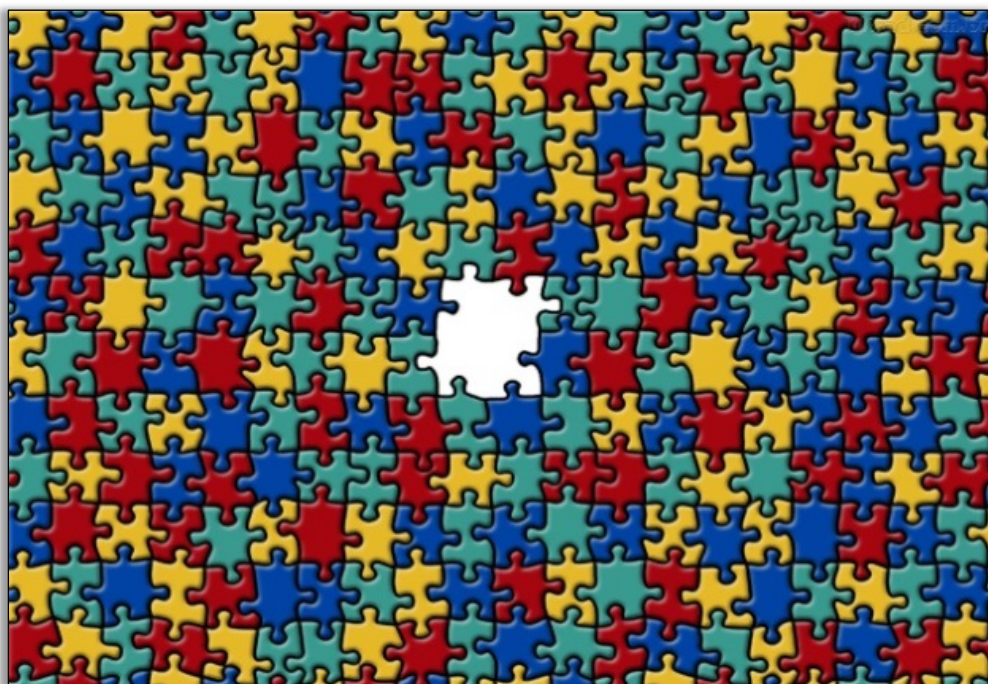
- Como a luz “grava” a tela

BLOCO 1 – OFICINA DE SILK

Do que são feitas as coisas?



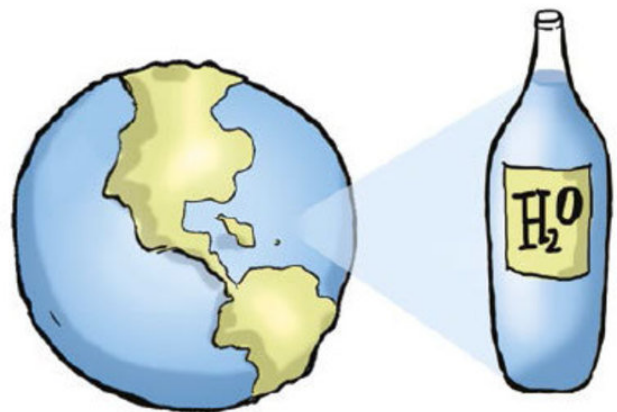
Você provavelmente já ouviu falar que todas as coisas na natureza são feitas de átomos, mas o que isso significa? Quero dizer, se pegarmos um pedaço de giz e quebrarmos ele até que se torne em pó, e então continuarmos quebrando ele até que se torne menor ainda, e então continuarmos quebrando mais e mais, existe um limite para o tamanho do menor pedaço? Um pedacinho de matéria elementar a partir do qual se constrói todas as coisas, da mesma maneira que um quebra cabeça pode ser desmontado em pequenas peças elementares? A resposta é sim! Esse tamanho, ou menor pedaço, é o que chamamos de átomo, pequenas peças de um jogo de montar que podem se combinar de diversas formas criando assim quase tudo que existe. Essa ideia apesar de parecer bastante simples, dá suporte para construirmos diversas teorias sobre o mundo e consequentemente desenvolvermos tecnologias que transformam nossa maneira de viver e nos relacionar.



Periodic Table of the Elements																		18
1 1IA 11A																	VIIIA 8A	
1 H Hydrogen 1.0079	2 IIA 2A											13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	2 He Helium 4.00260	
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.01218											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.00674	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403	10 Ne Neon 20.1797	
11 Na Sodium 22.989768	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.981539	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948	
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92159	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80	
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9072	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29	
55 Cs Cesium 132.90543	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98037	84 Po Polonium [208.9824]	85 At Astatine 209.9871	86 Rn Radon 222.0176	
87 Fr Francium 223.0197	88 Ra Radium 226.0254	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [285]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [289]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown	
Lanthanide Series		57 La Lanthanum 138.9055	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.9655	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967		
Actinide Series		89 Ac Actinium 227.0278	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03688	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium 237.0482	94 Pu Plutonium 244.0642	95 Am Americium 243.0614	96 Cm Curium 247.0703	97 Bk Berkelium 247.0703	98 Cf Californium 251.0796	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.0951	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.1009	103 Lr Lawrencium [262]		
Alkali Metals		Alkaline Earths		Transition Metals			Basic Metals		Semi-Metals		Nonmetals		Halogens		Noble Gases		Lanthanides	Actinides

Ao total existem 115 "tipos de átomos" ou "Elementos", veja a tabela periódica a seguir:

Essa tabela organiza em ordem crescente todos os elementos que conhecemos pela massa e carga elétrica que possuem, além de outras características que não falaremos agora, permitindo assim ver de forma esquematizada todas as "peças do quebra cabeça" que formam o mundo! As colunas da tabela estão numeradas no topo permitindo uma leitura facilitada. A partir das diferentes combinações desses 115 elementos é que se origina a matéria, da mesma forma que as 24 letras do nosso alfabeto são base para escrevermos todas as palavras que conhecemos (pense nisso é realmente impressionante). Por exemplo, a água tem a famosa fórmula H_2O , isso indica que ela é formada por dois átomos de hidrogênio (que está na tabela periódica na chamada "família 1A", tente encontrar) e um átomo de oxigênio (família 6A). Pronto, pela união desses três átomos se origina uma molécula de água e dessa maneira também são formadas quase todas as coisas que existem no universo, com exceção somente da luz como veremos mais adiante! Só para termos ideia do quão pequenos são os átomos vamos pensar um pouco mais



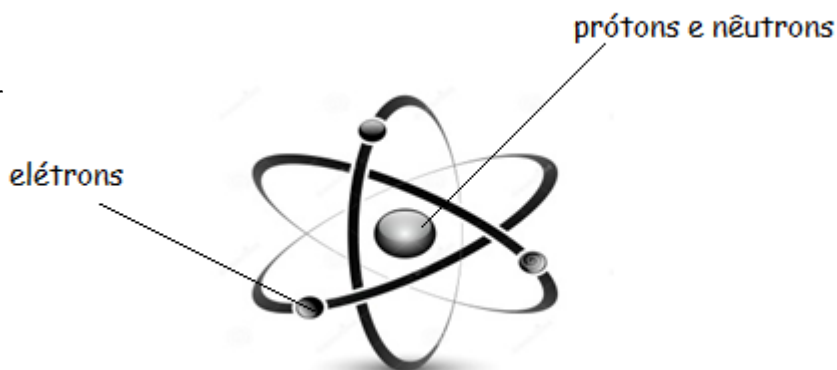
sobre a molécula de água, uma única gota de água possui nada menos do que 1.670.000.000.000.000.000 (um sextilhão de moléculas de água) ou em notação científica $1,67 \times 10^{21}$ moléculas. A molécula é tão pequena em relação à gota de água que a proporção de tamanhos entre elas seria equivalente a jogarmos uma garrafa de um litro de água em todos os oceanos da terra!

Mas qual o formato dos átomos?

Desde a primeira vez que foi feita a pergunta "do que são feitas as coisas?" (acredite foi há muito tempo atrás) varias respostas já apareceram como candidatas a resolver o problema. Já disseram que todas as coisas eram formadas de Terra, Fogo, Água e Ar, em diferentes proporções. Já disseram que o mundo e a matéria eram contínuos e sem divisão entre tantas outras ideias. Não nos prenderemos a discutir todos esses modelos aqui, porém aos que estiverem mais interessados disponibilizaremos textos nos grupos das salas no *Facebook* que explicarão de maneira mais completa esse tema. Por enquanto ficaremos com a ideia mais aceita, ou como costumamos dizer no meio científico a "teoria vigente".

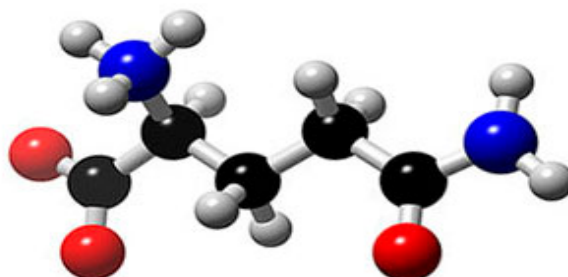
O modelo atual de átomo leva o nome de "átomo de Bohr", em homenagem ao Físico *Nils bohr* que idealizou o modelo de átomo em que o núcleo possui partículas com cargas positivas (prótons) e partículas neutras (nêutrons), e ao redor do núcleo estão as partículas com cargas negativas (elétrons) orbitando o núcleo como um sistema planetário Terra-sol, veja imagem a seguir:

Modelo atômico de Bohr



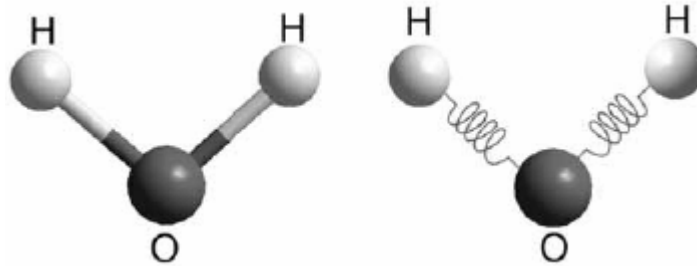
Podemos entender os átomos, por simplificação, como pequenas bolinhas, e as características que os distinguem (massa, carga elétrica, etc) como diferentes tamanhos e cores. Dessa forma conseguimos imaginar, mais ou menos, como seria a estrutura atômica da matéria, ou seja, como esses átomos se juntam em redes permitindo que o mundo ganhe formato. a seguir temos uma imagem que ilustra essa estrutura baseada em bolinhas (átomos) de diferentes tamanhos (massas) e cores (cargas).

Modelo atômico simplificado e com átomos formando estrutura em cadeia



A ligação entre os átomos

Faremos agora outra aproximação, ou seja, vamos criar um modelo para servir de exemplo do que acontece no mundo das coisas muito pequenas. Muito bem, dito isto vamos imaginar que as ligações entre os átomos que estão conectados formando uma grande cadeia de bolinhas presas umas nas outras e que resultam na estrutura da matéria são na verdade pequenas molas, sim molas! Agora essas estruturas tornam-se então estruturas maleáveis, suscetíveis a "balançar" se perturbações acontecerem ao seu redor.



Essa concepção é muito importante para entender como usamos a luz para produzir a estampagem das camisetas que faremos na oficina de *silk*, então vou pedir para que você veja um vídeo no *youtube* que mostra um exemplo dessas estruturas formadas por bolinhas ligadas por pequenas molas, segue o endereço:

<https://www.youtube.com/watch?v=QOFUwsDorQo>

Dessa forma não fica difícil imaginar que uma estrutura de átomos com ligações flexíveis pode absorver "tremores" ou "movimento" em sua estrutura! Um exemplo de outras estruturas que tem essa propriedade além das atômicas, são as estruturas dos prédios construídos em países onde ocorrem terremotos. As bases desses prédios possuem alicerces potencialmente flexíveis, quase como molas, quando um terremoto ocorre os prédios tem chance de resistir aos tremores porque ao invés de se manterem rígidos as oscilações da Terra, eles "balançam junto" e podem permanecer em pé! Veja o seguinte vídeo para visualizar melhor essa ideia:

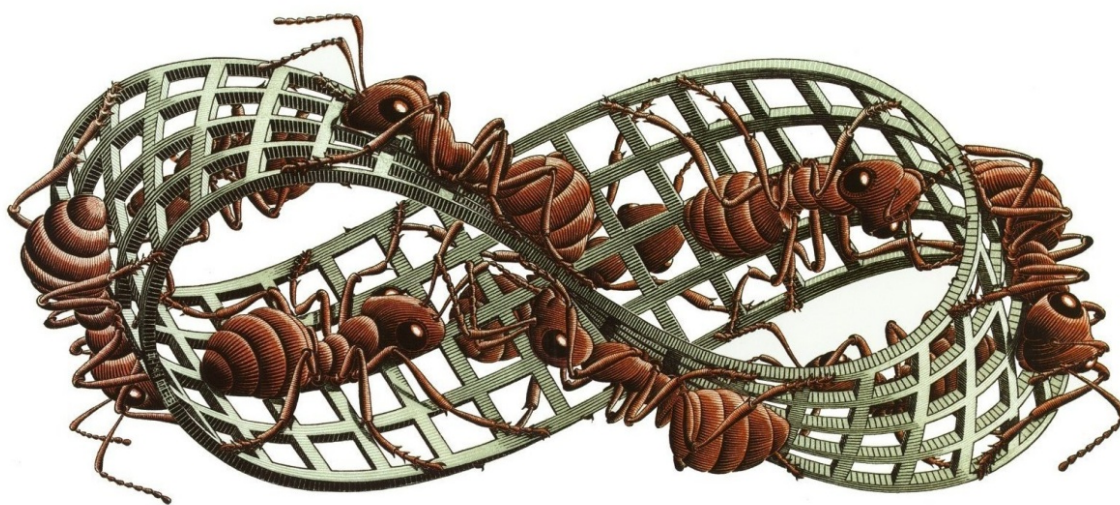
<https://www.youtube.com/watch?v=0EEHuh5q2p8>

Acredito que já falamos sobre muitas coisas, vamos então fazer um resumo do que discutimos até aqui e depois seguimos em frente:

- A matéria é feita de átomos, e por motivo de simplificação representamos os átomos por pequenas bolinhas.
- Essas bolinhas (átomos), se juntam em redes e formam grandes cadeias atômicas.
- As ligações que esses átomos realizam não tem caráter rígido, mas sim flexível, permitindo que essas estruturas absorvam oscilações externas.

Luz e Movimento

Uma pergunta que você deve ter feito ao ler os parágrafos anteriores é: afinal de contas se a luz não é feita de nenhum dos átomos que estão na tabela periódica, então ela é feita do que? Qual a partícula que dá origem à Luz? Essa pergunta é realmente muito intrigante pois parece muito claro que a realidade tem um formato definido, verdadeiro, nós só temos que chegar até lá e ver. Bem vamos discutir isso ao longo do ano, pra esse momento vou pedir que você olhe a imagem a seguir e responda: qual o lado de dentro do caminho? Essa imagem chama-se *fita de Moebius*.



Muito bem para responder à questão sobre a natureza da Luz devemos começar dizendo que ela tem um comportamento bastante estranho, ela consegue ser duas coisas ao mesmo tempo, dependendo de como olhamos, vemos ela como uma partícula ou como uma onda. Essa é a chamada dualidade onda-partícula. Nesse momento talvez você pense "ok, mas no fundo, no fundo ela é "só uma das coisas", certo?" Errado. Por mais estranho que possa parecer ela é as duas coisas ao mesmo tempo. Do mesmo jeito que a *fita de Moebius* não possui "lado de dentro" ou "lado de fora", mas um só lado que é ao mesmo tempo "dentro" e "fora" dependendo de como você olha para ela!

Vamos discutir um pouco mais isso então, a luz é formada por diversas partículas, ou "pacotinhos de luz" chamados de fótons. Esses fótons não têm nenhuma massa, ou seja, não "pesam" nada, são energia pura! Porém em alguns momentos quando vamos medir a Luz em alguns determinados experimentos ao invés de detectar os "pacotinhos de Luz" detectamos a luz "esparramada pelo ambiente", exatamente como uma onda.