



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
FÍSICA – LICENCIATURA

JOSÉ BONIEX DA SILVA SANTOS

**A FÍSICA MODERNA E OS MOVIMENTOS ARTÍSTICOS: UMA UNIÃO CUBISTA E  
SURREALISTA NO SÉCULO XX.**

Caruaru

2021

JOSÉ BONIEX DA SILVA SANTOS

**A FÍSICA MODERNA E OS MOVIMENTOS ARTÍSTICOS: UMA UNIÃO CUBISTA E  
SURREALISTA NO SÉCULO XX.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física – Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos.

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S237f Santos, José Boniex da Silva.  
A Física moderna e os movimentos artísticos: uma união cubista e surrealista no século XX. / José Boniex da Silva Santos. – 2021.  
77 f. ; il. : 30 cm.

Orientador: João Eduardo Fernandes Ramos.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2021.  
Inclui Referências.

1. Física moderna. 2. Física – História – Sec XX. 3. Arte - História. 4. Cubismo. 5. Surrealismo. I. Ramos, João Eduardo Fernandes (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2021-007)

JOSÉ BONIEX DA SILVA SANTOS

**A FÍSICA MODERNA E OS MOVIMENTOS ARTÍSTICOS: UMA UNIÃO  
CUBISTA E SURREALISTA NO SÉCULO XX**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Física-licenciatura da  
Universidade Federal de Pernambuco, como  
requisito parcial para a obtenção do título de  
licenciado em Física.

Aprovada em: 05/03/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

---

Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdes Rodriguez (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

---

Profa. Dra. Laís Helena Gouveia Rodrigues (Examinador Externo)  
**Universidade Federal de Pernambuco/NDC**

*Dedico este trabalho a minha mãe e meu pai.*

## AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa, agradeço a toda minha família – sem esse apoio, jamais teria conseguido chegar até aqui. Minha mãe que me ajudou em todos os momentos possíveis; meu pai, que instigou a continuar mesmo sem perceber; minhas irmãs, todas especiais e cada qual com seu jeito. Realmente com vocês eu me senti mais vivo e alegre. Vou agradecer, especialmente, à Brenda, que trouxe tanta diversão para dentro de casa – na maioria das vezes!

Agradeço as peculiares pessoas que conheci na graduação, incríveis. Mateus, que certamente me fez rir inúmeras vezes e me tirou de vários momentos tristes; Larissa e nossos dilemas da vida – é impressionante como me identifiquei com cada momento nosso; Georranys, que me alegra tanto com seu sorriso; a minha turma de física de 2016.1: cada momento foi único. Aos professores do curso de física: Everaldo Fernandes, que me abriu os olhos para a vida; João F. Ramos, um professor que super me identifiquei; Gustava Camelo, por exacerbar sua paixão pela física – sublime; Tânia Bazante, que mesmo sem saber, me ensinou a ser mais assertivo; a todo o corpo docente do núcleo de física, minha gratidão.

Agradeço a meus amigos de Cachoeirinha: abraços para cada um – Luíz, o que seria de mim sem os seus socorros durante a graduação? As minhas gatas de estimação, que morreram em 2020, me ajudaram em meus momentos mais dolorosos (Sol, Alice e Dom). À ciência como um todo –que me ajudou a me descobrir como um ser melhor neste universo.

Arte é para o Homem aquilo que a Natureza é para Deus (Victor Hugo).

## RESUMO

Nesta contemporaneidade tornou-se clara a dissociação criada entre aquilo que flerta com a área artística e aquilo que flerta com a área científica. Duas faces contrapostas. O que não era sabido, até então, é que tais faces integram um mesmo dado: a inter-relação entre a arte e a ciência (neste trabalho, a física). Até o século XIX, ciência e arte abarcavam ideias similares e relacionavam-se entre si, contudo, dissociações foram feitas e arte e ciência tiveram seus caminhos separados no âmbito acadêmico. O âmbito acadêmico respalda na sala de aula e, portanto, têm-se ensino de artes e das ciências como duas esferas do conhecimento totalmente distintas e duras. O objetivo deste trabalho reside em apontar algumas relações estabelecidas entre produções artísticas do século XX e acontecimentos científicos da física acontecidos neste mesmo período – salientando o elo que, para muitos, não existia. Pessoas como Pablo Picasso, Salvador Dalí e Georges Braque foram grandes nomes no meio artístico do século XX; assim foram Max Planck e Albert Einstein para o campo científico, mas o que há de convergente entre eles? Desvendando pontos de convergência entre esses profissionais de suas respectivas áreas, ao desenredar uma física moderna em sala de aula – a estudantes que, muitas vezes, já estão cansados de um ensino científico resumido a fórmulas em preto e branco – um novo caminho de contextualização pode ocorrer, a física enlaça-se a produções artísticas e adquirir uma contextualização em sociedade ainda mais aditiva. O flerte entre a ciência e a arte pode permitir uma nova expansão do ensino em sala de aula, seja esse científico ou artístico. Portanto este trabalho visa propor algumas atividades a serem cultivadas com o intuito de estabelecer uma natural relação entre a ciência e a arte em sala de aula. Conclui-se, à vista disso, a separação entre o que é científico e o que é artístico não passar de um mero e simples preconceito a ser, finalmente, quebrado.

**Palavra-chave:** Física Moderna. História da Física. História da Arte. Cubismo. Surrealismo.

## ABSTRACT

In this contemporaneity, a dissociation between what flirts with the artistic area and what flirts with the scientific area has become clear. Two opposite faces. What was not known, until now, is that those areas integrate the same dice: an interrelationship between art and science (in this work, physics). Until 19<sup>th</sup> century, science and art, both, shared similar ideas and related to each other, however dissociations were made and science and art had their paths divided by the academic field. The academic field supports the classroom, it is when happens art and science being taught as two distinct knowledge spheres. The purpose of this work resides in pointing out relations established between artistic productions of 20<sup>th</sup> century and physical events happened in the period – accentuating a link that, for many, does not even exist. People like Pablo Picasso, Salvador Dalí and Georges Braque were great names in the 20<sup>th</sup> artistic movement; so were Max Plack and Albert Einstein to the scientific field, but what is convergent among them? Unraveling convergence points from these professionals, when it comes to the modern physics teaching – to students that, many times, are tired of a scientific teaching full of black and white formulas – a new contextualized path might appear, physics connects with artistic productions and acquires a new way of showing the physics. Flirtation between science and art allows a possibility for a new expansion of teaching in the classroom, be it scientific or artistic. Therefore, this work aims to propose some activities to be cultivated in order to establish a natural relationship between science and art in classroom. In view of this, the separation between what is scientific and what is artistic is concluded to be nothing but a mere and simple prejudice -up to be finally broken.

Keywords: Modern Physics. History of Physics. History of Art. Cubis. Surrealism.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	O Homem Vitruviano .....	22
Quadro 2 –	Monalisa e a Proporção Áurea .....	23
Quadro 3 –	Natureza Morta com Pêssegos .....	26
Quadro 4 –	Gráfico da Lei de Stefan-Boltzmann .....	29
Quadro 5 –	Experimento de Michelson-Morley .....	31
Quadro 6 –	Exemplo da Velocidade da Luz em Relação à Terra .....	32
Quadro 7 –	Uma Breve Representação da Distorção do Espaço- Tempo .....	34
Quadro 8 –	Albert e Picasso .....	39
Quadro 9 –	Mulher com Sombrinha (O Passeio) .....	42
Quadro 10 –	Les Demoiselles D’Avignon .....	43
Quadro 11 –	Mulher à Direita do Quadro Les Demoiselles D’Avignon ..	44
Quadro 12 –	Retrato de Pablo Picasso .....	47
Quadro 13 –	Casas em L’Estaque .....	58
Quadro 14 –	Violino e Cântaro .....	49
Quadro 15 –	Preparação para a Peça Parade (o Mágico) .....	51
Quadro 16 –	Preparação para a Peça Parade (o Acrobata) .....	52
Quadro 17 –	Os 9 Infernos da Divina Comédia por Sandro Botticelli ....	54
Quadro 18 –	Salvador Dalí por Wilson Santos .....	56
Quadro 19 –	A Persistência da Memória .....	57
Quadro 20 –	A Desintegração da Persistência da Memória .....	60
Quadro 21 –	Oposição .....	61
Quadro 22 –	Santos Rodeados por Três Mésons Pi .....	63

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>“ÀS VEZES, A CIÊNCIA É MAIS ARTE QUE CIÊNCIA” – EM BUSCA DAS ETIMOLOGIAS DAS PALAVRAS ARTE E CIÊNCIA ...</b>	<b>16</b>
2.1	UMA PERGUNTA INDISCRETA: O QUE É ARTE? .....	16
2.2	E CIÊNCIA, TEM-SE UMA VISÃO CONCRETA DE SUA DEFINIÇÃO?.....	18
2.3	ARTE É CIÊNCIA; ARTISTAS E CIÊNCIAS – UMA RELAÇÃO SUPERIOR AO TINDER? .....	<b>20</b>
2.4	CIÊNCIA E ARTE: UM POSSÍVEL ENCONTRO? .....	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>A FÍSICA MODERNA: UMA CIÊNCIA INOVADORA</b> .....	<b>27</b>
3.1	A FÍSICA MODERNA OU UMA NOVA INTERPRETAÇÃO DAS LEIS DA FÍSICA CLÁSSICA .....	27
3.2	A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO E A QUANTIZAÇÃO DA CARGA .....	<b>28</b>
3.3	A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN ...	<b>30</b>
<b>3.3.1</b>	<b>O Percusso da luz</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Os Postulados de Einstein</b> .....	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>OS MAIORES CONFLITOS PARA O ENSINO DA FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO NO BRASIL</b> .....	<b>36</b>
4.1	ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO BRASIL .....	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>ENTRE EINSTEIN E PICASSO – A FÍSICA MODERNA ENCONTRA UMA DE SUAS MELHORES FORMAS DE EXPRESSÃO</b> .....	<b>39</b>
5.1	ALBERT EINSTEIN, PABLO PICASSO E GEORGES BRAQUE: UMA NOVA MANEIRA DE PENSAR O ESPAÇO E TEMPO? .....	<b>39</b>
5.2	A INFLUÊNCIA DE LES DEMOISELLES D’AVIGNON .....	41
5.3	LES DEMOISELLES D’AVIGNON E A PROPOSTA DA QUARTA DIMENSÃO .....	45
5.4	GEORGES BRAQUE E A EPIFANIA DO TEMPO .....	47
<b>6</b>	<b>MAX PLANCK E EINSTEIN E DALÍ – UMA UNIÃO SURREALISTA FEITA POR DEUSES, LOUCOS OU FEITICEIROS?</b> .....	<b>51</b>
6.1	O QUE FOI O SURREALISMO DO SÉCULO XX : PARADE – UMA PEÇA TEATRAL INSUBSTITUÍVEL .....	51
6.2	UM ESTRANHO NO NINHO .....	55
6.3	A PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA OU O PAVOR AO TEMPO .....	57
6.4	A DESINTEGRAÇÃO DA PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA OU UMA ABORDAGEM SOBRE A QUANTIZAÇÃO .....	59
6.5	OPOSIÇÃO E A INCONSISTÊNCIA DE UMA CERTEZA .....	61
6.6	PARTÍCULAS EM UMA RELIGIÃO – UMA OBRA COMPLEXA DE DALÍ .....	62
<b>7</b>	<b>ENTRE A FÍSICA E A ARTE, HÁ UMA POSSIBILIDADE DE ENSINO CONTEXTUALIZADO?</b> .....	<b>64</b>
7.1	INQUIETAÇÕES E MUDANÇAS NO ENSINO DE FÍSICA .....	64
7.2	A ARTE E A CONTEXTUALIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA FÍSICA .....	65
7.3	SALA DE AULA .....	66
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>73</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>
--------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais voltados para o Ensino Médio, são definidos referenciais a serem seguidos pelo campo da docência na educação em busca de uma apresentação das habilidades básicas e competências a serem desenvolvidas pelos alunos nesse nível escolar.

Tais referenciais já direcionam e organizam o aprendizado, no Ensino Médio, das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no sentido de se produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, não somente propedêutico. De certa forma, também organizam o aprendizado de suas disciplinas, ao manifestarem a busca de interdisciplinaridade e contextualização e ao detalharem, entre os objetivos educacionais amplos desse nível de ensino, uma série de competências humanas relacionadas a conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos.(PCN, 1999, p.4).

Apesar dos diversos referenciais que são introduzidos aos professores, percebe-se que as Ciências Naturais, em específico a disciplina de *Física*, é apresentada de uma maneira mecânica e, por muitas vezes, matematizada em uma majoritária parte das vezes.

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.(PCN, 2002, p.22).

Expressado logo acima, o ensino de física tem estado em uma defasagem atual considerável. E isso tende a aumentar quando o assunto é sobre o campo da introdução à física moderna – assunto a ser lecionado no ensino médio, tal tema requer um nível de abstração da realidade discente alta e, portanto, diversos professores ou deixam esse tema de lado ou o ensinam por meio de uma grande superficialidade.

O sexto tema, Matéria e Radiação, compreende os conteúdos da Física considerados como modernos, Matéria e Radiação, tais como o Efeito Fotoelétrico, a compreensão de que a descoberta dos quanta de luz deu início à Mecânica Quântica e a imutabilidade da velocidade luz, que estabeleceu um dos Princípios da Relatividade. Assim, busca-se tratar a Ciência como construção humana e o conhecimento científico como cultura de uma época, relacionada às outras produções humanas. (Parâmetros Curriculares de Física do Ensino Médio do Estado de Pernambuco, 2013, p. 41)

Matéria e Radiação, um dos assuntos introdutórios da Física Moderna, surge como um dos tópicos a ser abordado nos parâmetros de ensino médio em Pernambuco por exemplo. Além disso, busca-se tratar a ciência (Física Moderna) como uma construção social e científica ao longo da *história do mundo*. Contudo, como apresentado anteriormente, essa física no ensino médio apresenta-se de maneira desarticulada – e, por muitas vezes, fora do contexto do discente; se faz, portanto, necessidade de uma contextualização maior e melhor.

Atualmente, percebemos que a elaboração do conhecimento científico não se resume apenas às teorias, experimentos, fórmulas e números, cabendo, também, o caráter estético e contemplativo, uma vez que há importância da estética dentro da descrição das teorias e modelos científicos (PIRES; SILVA, 2015; MENEZES, 2005), não limitando a estética científica somente ao que os resultados numéricos e experimentais transmitem. (FERNANDES, 2017, p. 512)

Além do mais, o ensino de Física mostra-se desvinculado da Arte durante todo o processo do Ensino Médio, assim como as demais disciplinas lecionadas nesse período letivo – dificultando, de certo modo, sua contextualização nos mais diversos âmbitos de conhecimento. Principalmente quando esse ensino de física é a física moderna. Ao aprofundar o olhar sobre ambas as culturas (científica e artística), em muitos momentos históricos, nota-se que as concepções artísticas e científicas mostraram-se claramente convergentes – levando a interpretações semelhantes a respeito do funcionamento do universo (REIS; GUERRA; BRAGA., 2006). Visto isso, é possível haver um elo entre o Ensino da Física Moderna no Ensino Médio e a Arte por meio das artes plásticas?

O objetivo principal deste trabalho, portanto, é propor pontos de convergência entre tópicos de física moderna do ensino médio e expressões artísticas observadas nas pinturas de famosos artistas cubistas e surrealistas no século XX, a fim de encontrar uma contextualização tanto científica quanto artística ali; e, portanto, podendo servir como conhecimento a ser trazido à sala de aula imerso no próprio ensino da física do ensino médio.

Tem-se como objetivo secundário deste trabalho quebrar o paradigma de que a física apresentada no ensino é somente mecânica, matematizada e desumana – visão descrita acima segundo o PCN+. Ainda como outro objetivo secundário, este trabalho tem como proposta compor alguns meios didáticos para que se possa ensinar tópicos de física moderna no ensino médio em parceria com a contextualização da arte – a fim de se obter uma aprendizagem mais contextualizada e significativa para um desenvolvimento

intelectual mais amplo. Esses meios didáticos são de baixo custo e viáveis para a situação atual – seja estrutural ou financeira – de diversas escolas do ensino médio em no Brasil.

Assim como Moreira (2013), essa pesquisa está longe de buscar soluções prontas ou estratégias pontuais que reduzam o ensino ao método e reconhece a pertinência das didáticas específicas das ciências, buscando-se, portanto, caminhos para promover uma participação mais ativa do aluno no seu processo de aprendizado. Por isso, a fim de propor um elo entre a ciência (física) e a arte, adotou-se um arsenal de pinturas realizadas durante o século XX; analisou-se o contexto histórico dessas determinadas pinturas ao longo do século (intervalo de tempo em que houvera o nascimento da física moderna e suas contribuições para o desenvolvimento das demais ciências); e, em seguida, buscou-se, por meio dos detalhes dessas pinturas, influências da física moderna e vínculos relacionados a tópicos ensinados no ensino médio. Além disso, também é parte da elaboração deste trabalho uma análise do vínculo científico que os artistas das obras continham para a época – com o intuito de aprofundar-se nas influências da física moderna sobre tais obras realizadas.

O trabalho está dividido em 9 capítulos (com o capítulo *introdução*) com as seguintes temáticas:

1 – Introdução;

2 – “Às vezes, a ciência é mais arte que ciência” – em busca das etimologias das palavras *arte* e *ciência*. Neste capítulo será trazido referenciais que mostram, sim, haver um ponto cruzado entre essas dois ramos de conhecimento por meio de suas etimologias;

3 – A física moderna: o que é?;

4 – A física moderna: dificuldades encontradas quando prestes a ser ensinada no ensino médio;

5 e 6 – Entre Einstein e Picasso, Dalí e Max Planck – a física moderna encontra sua melhor forma de expressão. Nesse capítulo, será apresentado o elo entre as pinturas de alguns famosos artistas e suas influências perante a física moderna;

7 – Ao levar à sala de aula, como ascender discussões? Nesse capítulo, será discutido formas possíveis de aplicar essas análises sobre a física e a arte em sala de aula;

8 – Conclusão.

Por fim, no capítulo final será feito um apanhado geral sobre o que foi discutido neste trabalho, levando em conta as considerações finais. É na conclusão que reside os possíveis futuros deste trabalho.

## 2 “ÀS VEZES, A CIÊNCIA É MAIS ARTE QUE CIÊNCIA” – EM BUSCA DAS ETIMOLOGIAS DAS PALAVRAS ARTE E CIÊNCIA.

Este capítulo busca trazer alguns pontos cruciais sobre as concepções de arte e ciência com o intuito de estabelecer uma relação entre elas. Além do estabelecimento de uma relação, será mostrado exemplos de pessoas que conseguiram conectar essas duas formas de pensamento em um.

### 2.1 UMA PERGUNTA INDISCRETA: O QUE É ARTE?

Raymond Williams (1985), em seu livro intitulado: *Palavras-Chave*, um vocabulário de cultura e sociedade (*Keywords – a vocabulary of culture and society*), realizou uma pesquisa abordando a etimologia e significado da palavra arte na cultura e sociedade americana do século XX.

Alguns arriscarão dizer que a palavra *arte* é abstrata demais para uma definição; outros, por outro lado, recusar-se-ão a comentar. Contudo, consoante a inspeção do Raymond Williams, a palavra *Arte* vem do Latim: *Artem*. Essa, por sua vez, está atrelada ao conceito de *habilidade, proficiência e destreza*. Nas últimas décadas do século XVII, a palavra estava designada para aqueles que fossem especializados, principalmente, em matemática, medicina e pesca tão somente. Um pouco mais à frente, já no século XIX, com a expulsão de escultores da Academia Real de Artes (Londres), novas definições relacionadas ao termo *arte* surgiram: *artista* e *artesão*.

*Artista*: aquele que é criativo, sensível e imaginativo. Esse, muitas vezes ligado à inteligência emocional e racional (expressas por meio de pinturas, esculturas, drama...); *artesão*, por conseguinte, sem intelecto criativo ou propósito imaginativo –um trabalhador manual especializado em algo. Essas definições perpetuaram-se na mentalidade de muitos até a chegada do século XX, ocorrendo – outrora, uma ressignificação de termos.

É nestes meados de século XX – XXI que a definição de arte (e suas palavras derivadas) torna-se abstrata –para se dizer no mínimo. E que esse termo ligado ao imaginário, agora, não estende-se somente às pinturas, às esculturas ou mesmo ao

cinema (termo próprio do século XX), mas crava-se, também –por que não?– a ciência (estabelecida desde os primórdios da curiosidade humana) em sua mais plena expressão.

Há, porventura, uma segunda ideia de *arte*:

Apesar de as teorias de expressão da arte diverjam de várias maneiras, há uma teoria, popularizada por Leo Tolstoy, que pensa a arte como uma forma de comunicação. Quando expresso-me para ti, comunico-me. Claro, nem todas as comunicações são arte. Então, como diferenciar a comunicação artística de outras comunicações? Consoante a essa teoria, o que diz a comunicação ser arte é que, primariamente, essa está ligada à expressão ou à comunicação da emoção. Pela arte, um estado emocional interior é externalizado; é trazido à tona e transmitido para os espectadores, leitores e ouvintes (TOLSTOY apud CARROLL, 2002,p.61).<sup>1</sup> [tradução do autor]

Por essa segunda definição da palavra, esclarecida por Leo Tolstoy (1828-1910) no século XIX, há uma espontaneidade e abrangência maior para o que é, de fato, arte. Desde que haja uma comunicação –ou mesmo tentativa de comunicação emocional, haverá arte acontecendo. De acordo com o pensamento de Tolstoy, portanto, compreende-se que não há distinção entre artistas e artesões; tão somente artistas: pessoas que buscam uma comunicação pelo viés da emoção.

É devido à existência de diversas teorias que pensam a *arte* que encontrar uma definição torna-se, de fato, algo muito subjetivo. Às pessoas que vivem na pós-modernidade: “O que é arte?” não passa de um desafio. Dizer que seu campo de interação é limítrofe – uma piada. É um produto das habilidades reativas e emocionais humanas, assim como a ciência o é em relação à natureza envolta –talvez, por que não? Definir, numa sequência vertical, o que é arte é ter que pensar sua história. Pensar a história da arte é pensar a história do ser –uma tarefa nada fácil.

De fato, aquilo a que chamamos Arte não existe. Existem apenas artistas. No passado, eram homens que usavam terra colorida para esboçar silhuetas de bisões em paredes de cavernas; hoje, alguns compram suas tintas e criam cartazes para colar em tapumes. Fizeram e fazem muitas outras coisas. Não há mal em chamar todas essas atividades de arte, desde que não nos esqueçamos de que esse termo pode assumir significados muito distintos em diferentes tempos e lugares, e que a Arte com A maiúsculo não existe. (GOMBRICH, 2000, p.21)

---

1 Texto original retirado do livro do Noël Carroll, chamado de *Philosophy of art: a contemporary introduction*: “Though expression theories of art differ in many ways, one kind of theory, popularized by Leo Tolstoy, thinks of expression as a form of communication. When I express myself to you, I communicate to you. Of course, not all communication is art. So how does one differentiate between an artistic communication and other sorts? According to this kind of theory, what marks art is that it is primarily concerned with the expression or the communication of emotion. With art, an inner emotional state is externalized; it is brought out into the open and transmitted to viewers, readers and listeners.”

Então, na concepção de Gombrich (1909-2001), não há um conceito específico para a *arte*. E que essa, além de indefinida, está em perpétua mudança. E suas concepções podem mudar a depender da cultura, do espaço e do tempo discutidos em pauta.

É neste momento que pode-se certificar que, de certo modo, a maneira de se fazer ciência e suas influências no âmbito sociocultural pode vir a ser, também, uma forma – bem como válida, de expressão artística. Essa afirmação, deveras, não é prejudicial desde que seja sabido que ciência mantém sua produção de maneiras seguidas por métodos e padrões segundo uma perspectiva *positivista*. Afinal, a arte está imergida na curiosidade e criatividade humana; assim a é, a ciência também.

*“Às vezes, a ciência é mais arte que ciência, Morty. Algumas pessoas não entendem isso”.*

## 2.2 E CIÊNCIA, TEM-SE UMA VISÃO CONCRETA DE SUA DEFINIÇÃO?

“Mas ciência tornou-se mais utilizada, frequentemente intercambiável com arte, para descrever um corpo particular do conhecimento ou habilidade: ‘sua ciência de medir, de tempo e de cadência’.”<sup>2</sup> (GOWER apud WILLIAMS, 1983, p.277)[tradução do autor]. É assim que inicia-se a história de vida da palavra: ciência; conhecimento.

Seguindo a cronologia do acadêmico e crítico Raymond Williams, a origem da palavra *ciência* data-se de há muitos séculos. Contudo, dado o objetivo deste trabalho, buscar-se-á as ideias recentes do uso dessa palavra. E é na passagem do século XIV que, como referido acima, a palavra *ciência* possui um significado semelhante ao significado de *arte* –aquele que detém habilidade ou conhecimento específico em alguma área. À vista disso, durante um longo período de tempo, arte e ciência abrangiam um significado similar.

É no século XVIII, notadamente no ano de 1725, que *ciência* –devido a determinados procedimentos históricos– é instaurada sobre um novo significado: palavra designada a um conjunto regular de observações metódicas e proposições. E portanto,

---

<sup>2</sup> Texto original retirado do livro de Raymond Williams, chamado *Keywords –a vocabulary of culture and society*: “But science became more generally used, often interchangeably with art, to describe a particular body of knowledge or skill: ‘his science Of metre, of rime and of cadence’ (Gower, 1390).”

agora, *'fazer ciência'* requer mais que simples habilidade e conhecimento, mas um processo metódico, verídico e continuamente regulado.

Além do mais, o termo *ciência* acabou por instituir uma considerável distinção entre os vocábulos *experiência* e *experimento*. Uma vez que ciência estaria relacionada ao método e a repetição –nada mais justo que instituir o *experimento* em frente a experiência. Pois a *experiência* poderia conter características subjetivas e incertas, por outro lado, o *experimento* estaria alinhado à verificação e à possibilidade de refutação.

Em conformidade com o livro *'O que é ciência afinal?'*, o autor Alan F. Chalmers, professor e filósofo, dirá que o experimento constitui uma base para a ciência. Ou melhor, que há uma relação teórica e dependente entre o experimento realizado e as teorias formuladas em consonância com esse experimento (CHALMERS, 1993). Logo percebe-se que ciência rumou um caminho que, em primeira instância, foge à arte. E recorre ao âmbito, tão somente, da lógica.

Já no fim do século XIX, os termos *científico*, *método científico* e *verdade científica* tornaram-se especializações das, então, chamadas ciências naturais: Química, Biologia e, primariamente, Física. E, devido a essas definições, iniciou-se uma distinção de  *fatos e verdades subjetivos* ligados às áreas religiosas, morais, psicológicas e ... artísticas.

Início do século XX e já era perceptível, conceitualmente, uma segregação entre o que era relacionado ao artístico e o que era relacionado ao científico. Essa concepção de exclusão estendeu-se e estende-se até os *anos dourados* do século XXI –ano em que além de a arte, muitas vezes, ser tida como incerta; é, deveras, censurada.

Por fim, a declaração seguinte do matemático e historiador britânico Jacob Bronowski serve como ímpeto para as demais discussões a seguir neste trabalho. Afinal, nenhuma forma de conhecimento está, verdadeiramente, isolada de outras variações de conhecimento –assim como referenciado no capítulo anterior.

Um dos preconceitos modernos mais destrutivos é o de que a arte e a ciência tenham diferentes e, de alguma maneira, incompatíveis interesses. Temos possuído o hábito de opor o temperamento artístico perante o temperamento científico; os identificamos com uma aproximação criativa e crítica. Numa sociedade como a nossa, há a prática de divisão do trabalho e, portanto, funções especializadas –por questões de conveniência. E como conveniência, e só como

conveniência, funções científicas diferem das funções artísticas. (BRONOWSKI, 1978, p.3) <sup>3</sup>[tradução do autor]

Portanto, tornou-se perceptível a dissociação criada entre aquilo que vinculava-se ao experimento e aquilo que vinculava-se à experiência. Essa dissociação estendeu-se e estende-se ao século XXI. Neste século, arte e ciência são vistas como áreas cujas funções divergem.

### 2.3 ARTE E CIÊNCIA; ARTISTAS E CIÊNCIAS –UMA RELAÇÃO SUPERIOR AO TINDER<sup>4</sup>?

Como visto no tópico anterior, arte e ciência possuem um histórico secular comum em relação a suas definições etimológicas. E por mais que a vinculação entre essas duas pareça absurda em um primeiro contato –sabe-se que não é bem assim que acontece. Bronowski (1978) e Snow (1993) defendem veementemente que a desassociação entre essas duas culturas é prejudicial (seja pelo ensino seja pela ciência).

Indo da Lei Áurea à Sequência de *Fibonacci*; os dotes pitorescos de *Galileu Galilei* ao Efeito Prismático reproduzido experimentalmente por *Newton* –diga-se de passagem, um belo momento na Física que passou por muitos experimentos e estudos sobre (SILVA; MARTINS, 2003) movimentos artísticos e vanguardistas sendo influenciados diretamente pelos avanços científicos da Física Moderna no século XIX e XX; e o que dizer sobre Salvador Dalí e a interpretação do conceito físico sobre a Relatividade Restrita? Leonardo da Vinci configurou e pintou sua ilustre Mona Lisa a esmo?

A influência de uma cultura sobre a outra remonta-se de tão antigamente que proferir a inexistência de uma relação entre ambas convém, dessarte, a ser ignorância. Nas palavras dos autores Reis, Guerra e Braga (2006) no artigo *Ciências e arte: relações improváveis?*, o seguinte trecho é exposto:

As concepções artísticas e científicas são coerentes, levando a interpretações semelhantes a respeito do funcionamento do universo. Artistas e cientistas (ou filósofos naturais) percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes. No Renascimento, é clara a relação

3 Texto original do livro *The common sense of science*, de Jacob Bronowski, em 1978: “It has been one of the most destructive modern prejudices that art and science are different and somehow incompatible interests. We have fallen into the habit of opposing the artistic to the scientific temper; we even identify them with a creative and a critical approach. In a society like ours which practises the division of labour there are of course specialised functions, as matters of convenience. As a convenience, and only as a convenience, the scientific function is different from artistic.”

4 *Tinder* é uma multiplataforma de localização de pessoas para encontros românticos online, cruzando informações do *Facebook* e do *Spotify*, localizando as pessoas geograficamente próximas. Consultado em 07/03/2020 às 15:07. Disponível na Internet em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tinder>.

arte–ciência. Muitos são os nomes que misturam os dois campos: Brunelleschi, Pisanello, Leonardo, Dürer e até mesmo Galileu. E é importante salientar que a invenção da perspectiva e do claro-escuro foi extremamente importante, até mesmo crucial, para tornar possíveis as observações empíricas e os registros acurados que fundamentam a ciência moderna. (REIS, J.C.; GUERRA, A.; BRAGA, M., 2006, p.72)

A época do Renascentismo<sup>5</sup> –um conjunto de transformações intensas ocorridas entre os séculos XIV e XVI– foi um dos períodos, se não o maior, de grandes descobertas científicas para a população europeia. Desde então, descobertas científicas e produções artísticas percorrem um caminho compartilhado – não somente na Europa, como no mundo todo. Seguindo um segmento europeu: marcado pela transição do Feudalismo ao Capitalismo; a vinda do Hedonismo e a descoberta do Racionalismo –é no Renascentismo que encontrar-se-á uma fusão entre a arte e ciência, um de seus mais famosos primogênitos: Leonardo da Vinci.<sup>6</sup>

Leonardo da Vinci foi um dos grandes nomes do Renascentismo. Suas obras artísticas, principalmente pinturas, eram recheadas de matematicidade e cientificidade. Pensamentos além das fronteiras e utópicos –*aqui, o termo utópico refere-se àquilo que pode vir a tornar-se real*. Séculos passaram-se após sua morte, porém, continua-se a descobrir mais e mais sobre tal genialidade. Protótipos de paraquedas, possíveis asas-deltas e até tanques de guerra podem ser encontrados no *Codex Atlanticus* (espécie de caderneta que Da Vinci utilizava na época).

Para dar subsídios à maneira de Leonardo em fundir ciência e arte, dar-se-á alguns exemplos de algumas prestigiosas obras dele. Essas obras possuem um caráter bastante peculiar, pois, para serem produzidas, Da Vinci tivera que estudar com afinco ideias sobre proporcionalidade; razões da matemática –e uma relação em especial com os números em si; e, obviamente, um conhecimento científico sobre as ciências da natureza (biologia e física e química).

5 Segundo o “História da Educação – Período do Renascimento” no site Só Pedagogia: ‘O Renascimento começou na Itália, no século XIV, e difundiu-se por toda a Europa, durante os séculos XV e XVI. Foi um período da história europeia marcado por um renovado interesse pelo passado greco-romano clássico, especialmente pela sua arte. Para se lançar ao conhecimento do mundo e às coisas do homem, o movimento renascentista elegia a razão como a principal forma pela qual o conhecimento seria alcançado. O renascimento deu grande privilégio à matemática e às ciências da natureza. A exatidão do cálculo chegou até mesmo a influenciar o projeto estético dos artistas desse período.’ *Virtuous Tecnologia da Informação*, 2008-2020. Consultado em 07/03/2020 às 15:07. Disponível na Internet em: <http://www.pedagogia.com.br/historia/renascimento.php> .

6 ‘Leonardo de Ser Piero da Vinci, ou simplesmente Leonardo da Vinci (Anchiano, 15 de abril de 1453 – Amboise, 2 de maio de 1519), foi um polímata nascido na atual Itália, uma das figuras mais importantes do *Alto Renascimento*, que se destacou como cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquiteto, botânico, poeta e músico.’ Consultado em 07/03/2020 às 15:07. Disponível na Internet em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_da\\_Vinci](https://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci) .

Em razão disso, a seguir está a obra *O homem Vitruviano* de 1490 feito por Leonardo Da Vinci –vale ressaltar que o desenho não foi originalmente proposto por ele, mas também diversos artistas da época propuseram desenhos sobre a proporção do *homem Vitruviano* (inclusive o próprio Marcos Vitruvius Polião – primeiro estudioso a rabiscar essas proporções) (FIGURA 1):

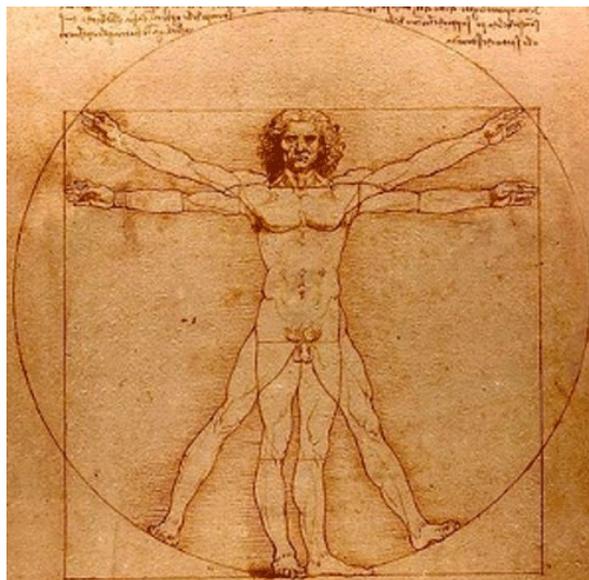


FIGURA 1 – O HOMEM VITRUVIANO (1490)

FONTE: Google Imagens<sup>7</sup>.

As proporções da figura, originalmente, foram propostas por Vitruvio. Em virtude desses estudos, Leonardo –além de produzir sua própria versão, estreou tais proporções nas mais diversas pinturas posteriores. Simetrias que, ao longo dos anos sucessores, tornar-se-iam um marco na história das artes visuais.

Concatenando simetrias da forma: 4 dedos equivaliam à 1 palmo; 6 palmos, a distância do cotovelo ao dedo médio ...; sobre anotações, Leonardo afirmava ser a distância de 4 cotovelos ao dedo médio equivalente à altura de um homem. Não somente essas simetrias, mas diversas outras puderam ser descritas sobre seus cadernos. Todas essas proporções levavam à *Razão Áurea* –comumente chamada de ‘Divina Proporção (1:1.618)’.

Ademais as diversas razões sobre o corpo humano –o *homem vitruviano* é, atualmente, utilizado como algoritmo (devido à área do quadrado que intersecciona o

---

<sup>7</sup> Disponível em:<<https://www.significados.com.br/homem-vitruviano/>>. Acesso em: 7 de mar. 2020.

círculo ser igual à área do próprio círculo) – é também uma afirmativa sobre as crenças de Da Vinci em relação ao Antropocentrismo (o ser humano no centro de *tudo*).

‘Só um saber consciente e informado torna possível a aprendizagem em Arte’ (BARBOSA, 2008, p.17) – é por meio dessa frase que é possível inferir que, deveras, um conhecimento científico acerca de seu âmbito permite-lhe uma boa elaboração artística. Uma boa elaboração artística? Leonardo Da Vinci.

Indo um pouco mais além nos feitos de Da Vinci, pode-se usufruir de uma das telas mais bem avaliadas do mundo: *A Mona Lisa* ou, como também é conhecida, *La Gioconda*.

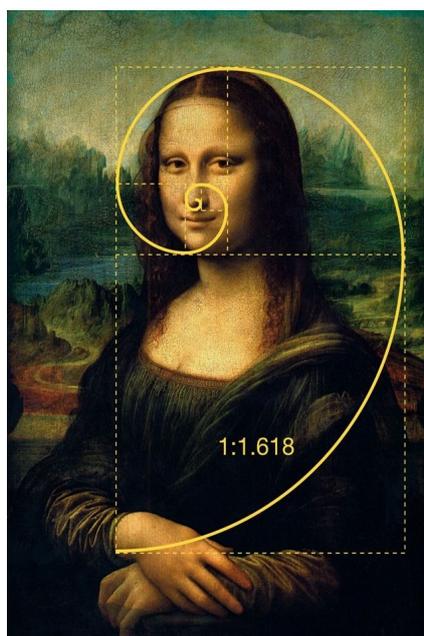


FIGURA 2 – MONA LISA E A PROPORÇÃO ÁUREA/ LA GIOCONDA/ MONA LISA DEL GIOCONDO (1503)

FONTE: Google Imagens<sup>8</sup>

Um vislumbre do Renascimento, um ícone das artes visuais – a Mona Lisa é considerada uma das pinturas mais influentes de todos os tempos. Idealizada e pintada em torno de 1503 a 1506. Essa obra é um *belo* exemplo de como a cientificidade da época influenciou tantos traços de tinta.

Como já dito antes, a proporção áurea foi uma das bases utilizadas para o esboço da Mona Lisa (a proporção áurea foi uma relação matemática bastante utilizada pelos pintores renascentistas. A Proporção áurea é uma constante real algébrica aplicada que é utilizada na arquitetura, nas artes e pode ser encontrada até na natureza). Outrossim, Leonardo tivera acesso a conhecimentos anatômicos da época – e também sobre as

estruturas arbóreas (fossem troncos e caules das mais diversas espécies). A técnica ‘*sfumato*’ foi técnica sua; técnica que pôde contribuir para desenhos de cunho científico da época, uma vez que o ‘*sfumato*’ permitia uma veracidade maior e uma gama de riqueza em detalhes sobre o objeto que se tinha apreendido.

Uma essencial contribuição que a pintura *Mona Lisa* carrega: a *perspectiva*. A perspectiva é um campo da geometria – em especial, a geometria da projeção. Suas aplicações estendem-se aos mais diversos âmbitos – à arquitetura, à engenharia e ao design. Portanto, perspectiva foi uma técnica, indispensavelmente, utilizada pelos mais diversos típicos pesquisadores da Natureza (espaço envolta). Pode-se dizer, então, que foi uma *tecnologia*<sup>9</sup> da época. Além disso, o próprio quadro é construído em um formato piramidal de modo que o foco principal da pintura recaia sobre os olhos e ‘sorriso’ da *Mona Lisa*.

Vide o seguinte trecho por Barbosa (2008, p.114):

O uso da tecnologia em Arte não acontece somente em nossos dias. A arte, em todos os tempos, sempre se valeu das inovações tecnológicas para seus propósitos. Até mesmo porque seu ideal de transcendência ao comum necessita do que está disponível, para que algo seja criado.[...] Pode-se dizer, mesmo, que, em algumas vezes, foi a Arte que impulsionou o aparecimento de tecnologias não houvesse a preocupação estética com a imagem, com o *design*, não haveria a diversidade de programas para seu tratamento e aprimoramento. (BARBOSA, 2008, p.114)

Mas esse epicentro científico e artístico não só ficou na Europa. Vindo um pouco para o Brasil, por exemplo, haverá o famoso físico e crítico de arte Mario Schenberg (1914-1990) que, em vida, defendeu a importância da produção artística tão como a científica –chegando a estimular jovens artistas a exporem suas obras.

Para Schenberg, as inter-relações existentes entre esses dois campos do Saber eram um modo de transpassar os limites corriqueiros de uma Arte de senso comum – entender a criação é lidar com as obras artísticas sem privá-las dos conceitos científicos. (OLIVEIRA, Alecsandra M. de. 2009, p. 42)

Não só houve Mario Schenberg no Brasil, mas outros entusiastas também – tais como João Zanetic (USP) e João F. Ramos (UFPE) assim como inúmeros outros cientistas/professores e professoras que continuam o legado deixado por Schenberg.

Afinal, por aqui, observa-se que arte e ciência são, nada mais nada menos que, irmãs inseparáveis? Tem-se uma *História* para dizer que sim. Ou melhor, não seria ciência

---

<sup>9</sup> Conforme o dicionário Caldas Aulete: “conjunto das técnicas, processos e métodos específicos de uma ciência, ofício, indústria etc.” Minidicionário contemporâneo da língua portuguesa/Caldas Aulete. –Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004. p. 763.

e arte dois amantes? – como um *match* improvável obtido pelo *Tinder*, um casal que outrora diferente, unidos sempre estiveram.

## 2.4 CIÊNCIA E ARTE: UM POSSÍVEL ENCONTRO?

Contextualização artística dentro de um ensino científico convém a ser proveitoso tanto para os discentes quanto aos docentes. Além do mais, possibilita o diálogo entre o contexto histórico-social de uma determinada época e suas contribuições tecnológicas.

“Não se alfabetiza fazendo apenas as crianças juntarem as letras. Há uma alfabetização cultural sem a qual a letra pouco significa.” (BARBOSA, 2008, p.27-28). Expandindo as palavras da Ana Mae para um âmbito de ensino das ciências: física, química e biologia, não há uma suficiência em somente lecionar fórmulas e truques matemáticos –mas uma cultura e contexto social ao qual aquelas ciências inserem-se.

*A Teoria de Gravitação Universal*, proposta por Sir Isaac Newton (1643-1727) durante o século XVII, talvez não obtivesse um êxito tão grandioso quanto teve para com sua teoria e complicações posteriores se não fosse dado o contexto social e cultural de tal período. Indo mais adiante, se não fosse um contexto social em que uma sociedade fosse um pouco menos dogmática –difícilmente as teorias de relatividade viriam, sequer, à luz das publicações.

O neurocientista Damásio (1994) põe em pauta o paradigma entre a desassociação da razão e da emoção. Em suas palavras, Damásio infere uma relação de apoio e melhor compreensão do pensamento – um enlace racional e emocional irrompe em uma melhora na compreensão de como a mente funciona. O que Damásio expõe converge muito com o que Tolstoy entende por arte: uma relação de comunicação da emoção como apoio para a melhor compreensão.

Nas ideias de Paul Cézanne (1839-1906), as cores em uma pintura; as formas geométricas que eram utilizadas e a disposição dos elementos retinham uma capacidade de descrição de uma realidade envolta –até mesmo de relatar toda uma estória –não é à toa que fora considerado um dos artistas cujos trabalhos forneceram as bases de transição do *fazer artístico* – na imagem 3, percebe-se que a mesa sob as frutas aparece distorcida: Cézanne queria demonstrar o ambiente ao redor por como os olhos realmente enxergavam. Eugène-Henri-Paul Gauguin (1848-1903), como outro exemplo, fora um

artista cujas obras mantiveram um grande *simbolismo* –resultando em obras capazes de muito falar sobre um contexto social no tempo em que haviam sido produzidas.

Desta maneira percebe-se uma importância na interdisciplinaridade da ciência. Física (uma dessas ciências) manteve e mantém um vínculo forte com a cultura, logo, formas de expressões artísticas também podem descrever um contexto físico e social de uma época a depender do engajamento de quem a produz e seu conseqüente tempo.

Abaixo uma das famosas pinturas do mestre Paul Cézanne:

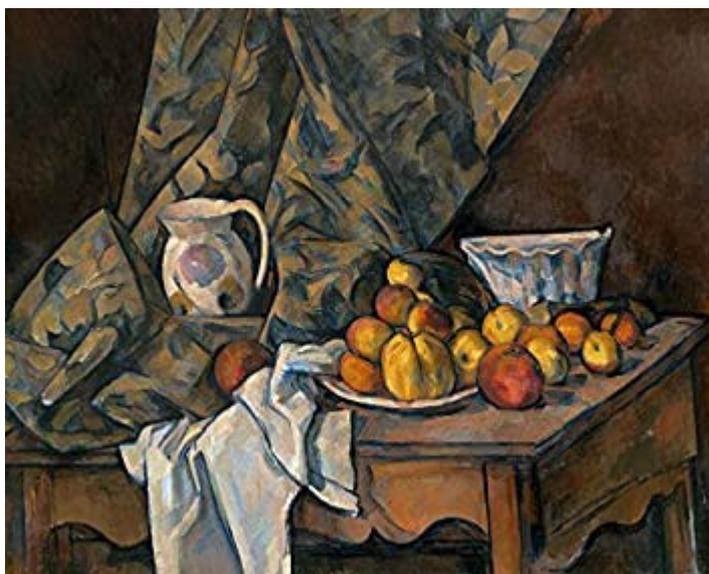


IMAGEM 3 - NATUREZA-MORTA COM MAÇÃS E PÊSSEGOS

FONTE: GOMPERTZ (2013)<sup>10</sup>

Define-se, no fim, uma relação afetiva entre pinturas (para este trabalho, pinturas serão analisadas em específico) e a própria cultura de uma época. A partir dos próximos capítulos, mostrar-se-ão alguns desses momentos. Física Moderna nunca estivera tão próxima das vanguardas artísticas como estiveram na época do *Cubismo* ou *Surrealismo*. Mas além de tudo, física não fora algo tão próximo daquilo que lhe fora tido, por muitos e por muito tempo, como *inútil* ou *abstrato demais* como será nos próximos capítulos (que Braque, Picasso, Dalí e Einstein sintam-se um pouco orgulhosos desse trabalho).

---

10 Disponível em: GOMPERTZ, Will. *so é arte?: 150 anos de arte moderna do impressionismo até hoje*.-- 1.ed. – Rio de Janeiro: Zahar, 2013. Na seção de *Lâminas* do livro.

### 3 A FÍSICA MODERNA: UMA CIÊNCIA INOVADORA

Durante a transição do século XX para o século XXI o campo da física cruzou por aquilo que pareciam ser problemas triviais –que era trivial tornou-se a ser o propulsor para a construção de um campo de ideias físicas ainda mais extraordinárias e que pareciam desafiar a lógica humana: assim nasceu a física moderna.

#### 3.1 A FÍSICA MODERNA OU UMA NOVA INTERPRETAÇÃO DAS LEIS FÍSICAS CLÁSSICAS

Antes de dar início a qualquer discussão sobre como a física moderna deve ser ensinada nas escolas (especificamente no ensino médio) ou se sequer ela deve ser ensinada –partir-se-á do seguinte pressuposto: *o que é física moderna?*

É interessante desenredar a história da Física Moderna antes de discutir sobre o seu ensino ou aprendizado em primeira instância, afinal, pensar a Física Moderna é pensar questões políticas e sociais de determinada época e sociedade. É em meio a grandiosas efervescências políticas que ela ascenderá como uma ciência.

Porém, conforme o intuito de tornar este texto mais didático possível –, essa história de ascensão da Física Moderna será dividida em dois suprassumos: a Teoria da Relatividade Geral proposta por Albert Einstein e a Mecânica Quântica estudada por Max Planck.

Até o final do século XIX, havia uma aparente calma com relação a questões de cunho físico. Outrora os físicos da época admitiam que já não haviam mais problemáticas a serem solucionadas pelas leis da física –tudo podia ser instruído pelos estudos da Mecânica Clássica (fundamentada, principalmente, nos estudos de Galileu Galilei e Isaac Newton em termos majoritários). Todavia um pequeno grão de tamanho ínfimo encasquetava a cabeça de um físico chamado Max Karl Ernst Ludwig Planck; para os íntimos: Max Planck.<sup>11</sup>

---

11 ‘Max Planck (1858-1947) foi um físico alemão. Considerado o criador da “teoria da física quântica”. Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1918. Max Planck nasceu na cidade de Kiel, um porto do Mar Báltico, no norte da Alemanha, no dia 23 de abril de 1858. Filho do jurista e professor universitário Johann Julius Wilhelm Planck, descendente de uma tradicional família de alemães, na qual existiam muitos juizes, cientistas e teólogos. [...] Doutorou-se em 1879 com uma tese relativa a uma experiência sobre difusão do hidrogênio através da platina aquecida. Dizem que foi a única experiência que ele realizou. Era um cientista matemático e não experimental. ’ Texto retirado da Internet. Disponível em:<[https://www.ebiografia.com/max\\_planck/](https://www.ebiografia.com/max_planck/)>. Acesso em: 11 de mar. 2020.

Este problema foi chamado de *Radiação do Corpo Negro*: o que foi responsável por uma das experiências pioneiras com relação ao mundo da Mecânica Quântica.

### 3.2 A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO E A QUANTIZAÇÃO DA CARGA

Em fins do século XIX, uma das poucas dificuldades da física consistia na interpretação das leis que governavam a emissão de radiação por parte dos corpos negros. Tais corpos são dotados de alto coeficiente de absorção de radiações; por isso, parecem escuros à vista humana.

Quando algum tipo de radiação decai sobre um corpo opaco, parte dessa radiação é refletida; a outra parte, absorvida. Já corpos de cores não opacas refletem maior parte da radiação incidente no espectro visível –enquanto isso, corpos escuros absorvem a maior parte dessa incidência. Definiu-se, portanto, no século XX, o corpo negro: um objeto capaz de absorver exatamente toda a radiação incidida.

Isso acontecia devido ao fato da energia cinética total dos átomos constituintes oscilarem com relação a sua posição de equilíbrio à medida que a incidência radioativa aumentava. Em 1879, Josef Stefan (1835-1893) obteve uma relação empírica para a potência radioativa por unidade de área de um corpo negro. Essa relação afirmava que para uma dada temperatura medida em um corpo, há um específico comprimento de onda ( $\lambda$ ) para qual a radiação emitida é máxima. Outra novidade era de que o comprimento de onda para qual a radiação era máxima também era inversamente proporcional à temperatura.

Apesar de a Mecânica Clássica admitir, na época, que ao aumentar – indefinidamente, a frequência de emissão radioativa, maior a quantidade de energia absorvida, Josef Stefan e Ludwig Boltzmann (1844-1906) puderam demonstrar que não acontecia bem assim. Segue a seguinte imagem:

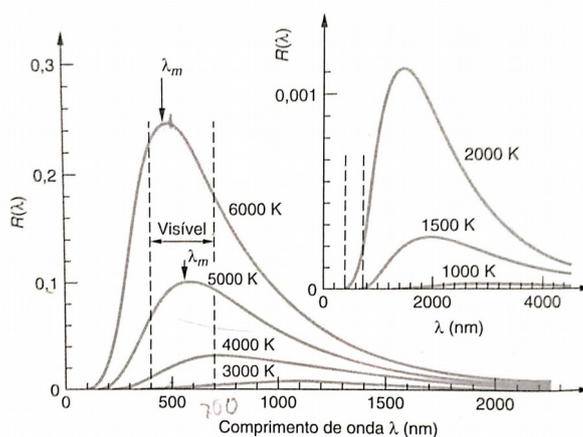


FIGURA 4 – GRÁFICO DA LEI DE STEFAN-BOLTZMANN

FONTE: TIPLER; LLEWELLYN (2008, p.78)

Acima está a distribuição espectral  $R(\lambda)$  para várias temperaturas. ' $\lambda$ ', logo, representa o comprimento de onda da luz emitida decorrente da radiação incidente sobre o corpo negro. Infere-se que, conforme a imagem do gráfico, quanto maior a temperatura, maior a intensidade de luz na faixa visível emitida. Isso foi uma das propriedades de um corpo negro que os físicos Stefan e Boltzmann puderam atribuir.

“Em 1900, o físico alemão Max Planck (1858-1947) anunciou que, depois de adotar algumas hipóteses um pouco estranhas, havia conseguido obter uma função  $u(\lambda)$  que estava de acordo com os resultados experimentais (de Stefan e Boltzman).” (TIPLER; LLEWELLYN, 2008, p.79).

O que Planck tanto pensava era em sua fórmula que havia descoberto. Ele, logo, descobriu uma relação entre a emitância espectral do corpo negro em função do comprimento de onda emitido. Na própria função, havia a chamada Constante de Planck ( $h$ ) –desvendar uma lei física conjunta uma constante de sua autoria parece um feito digno de direito a uma boa elevação da autoestima, não é? – cujo valor é  $h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$  (lê-se elétron-volt em segundo).

A radiação do corpo negro, como citado anteriormente, foi um dos recrudescentes da Física Moderna e, a partir dessas evidências e muito outros esforços teóricos e experimentos, chegou-se à quantização da carga – o que consagrou Planck como o pai da Mecânica Quântica.

A energia das cargas oscilantes não assumem valores contínuos, só podem deter valores discretos, múltiplos de um valor denominado quantum igual à  $hf$ , dados por:

$$E_n = nhf, \text{ sendo } n = 1, 2, 3... \text{ e } f \text{ a frequência}$$

A energia não pode ter qualquer valor, mas somente valores múltiplos inteiros do quantum. E desde que não haja variação em seu estado, não haverá absorção/emissão de energia.

### 3.3 A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE ALBERT EINSTEIN

Neste capítulo será descrito os principais momentos ocorridos na história da ciência até a chegada da Teoria da Relatividade de Einstein em 1905.

#### 3.3.1 O percurso da Luz

“Por volta de 1860, James Clerk Maxwell (1831-1879) descobriu que as leis empíricas da eletricidade e do magnetismo podiam ser resumidas em um sistema de quatro equações matemáticas, que vieram a ser chamadas de equações de Maxwell.” (TIPLER; LLEWELLYN, 2014, p.5).

Um dos produtos da equação de Maxwell foi a existência de ondas eletromagnéticas – cuja velocidade possui um valor determinado, absoluto:  $3,0 \cdot 10^8$  m/s no vácuo. Esse número, outrora, mantinha uma concordância quase que exata com a velocidade da luz,  $c$ . Aliás, as equações afirmavam que as ondas eletromagnéticas tinham propriedades de polarização, característica muito similar à luz. Portanto, a ideia de que a luz fosse uma onda eletromagnética, no século XIX, era muito forte – sendo isso verdade, a velocidade, conseqüentemente, teria um valor exato.

Com a intenção de descobrir a velocidade da Terra por um meio para a qual as ondas já citadas se propagavam, os físicos da época nomearam esse meio de *éter*.<sup>12</sup> O *éter* era uma espécie de meio pelo qual a luz se, acreditava-se, propagava (contudo, há diversas teorias sobre o *éter*, além de muitos estudos ao longo dos séculos). Contudo, para a medição de tal feito, exigia-se instrumentação com precisão necessária de 1 para  $10^8$ ; para a época, 1 para  $10^4$  – um tanto mais era carecido, não?

<sup>12</sup> Aristóteles, há mais de 2.000 anos, tinha sugerido a presença de um ‘éter’ natural. O *éter*, portanto, trata-se de a existência de um espaço ou meio em que preenche-se o espaço. Esse espaço era essencial para a transmissão de forças eletromagnéticas e gravitacionais. (N. T.)

A salvação para a velocidade da Terra e a prova da existência do éter alocava-se, logo, sobre um dos experimentos mais – quiçá o mais – importantes para a física moderna: o experimento de Michelson e Morley.<sup>13</sup>

Abaixo, uma ilustração a respeito do experimento realizado por esses dois físicos, Albert Abraham Michelson (1852-1931) e Edward Williams Morley (1838-1923):

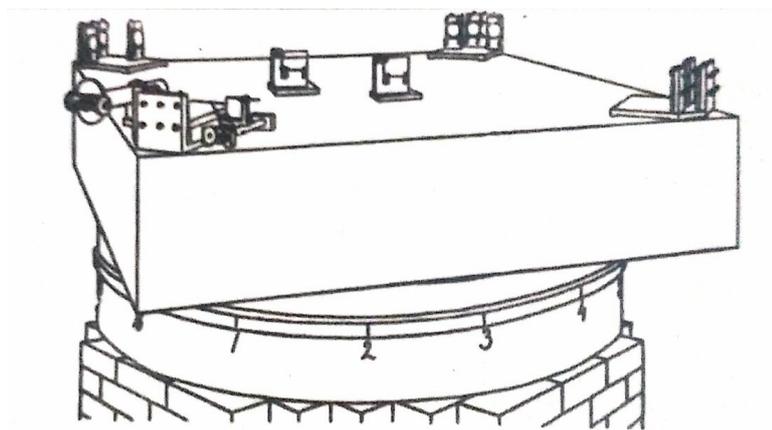


IMAGEM 5 – EXPERIMENTO DE MICHELSON-MORLEY

FONTE: SILVA; FILHO (2010, p.323)

Vale ressaltar que, o experimento do interferômetro de Michelson e Morley foi um dos últimos experimentos com o intuito de desvendar a velocidade da Terra. Contudo, Fresnel, Stokes e outros físicos já haviam trabalhado em experimentos com relação à velocidade da luz e o possível éter pelo qual a luz perpassava (MARTINS, 2012). Em breves palavras, o experimento Michelson-Morley foi idealizado, em primeira instância, pelo físico Michelson. Não obstante o efeito de movimento da Terra tivesse uma velocidade de módulo mínimo quando realizado o percurso de “ida e volta” da luz, ainda assim, seria possível medir uma razão entre a velocidade da Terra e a velocidade da luz:  $v^2/c^2$ . Essa fração seria providenciada por método indireto: fazer-se ia uso das interferências luminosas a fim de obter um espécime de ‘relógio’. Esse ‘relógio’ recebeu a nomenclatura de *interferômetro de Michelson-Morley*.

Acima na imagem 5, é possível observar uma representação singela desse *interferômetro*. Ainda a respeito da imagem:

13 “[...] en 1887 Michelson y Morley realizaron su famoso experimento, preparado para determinar con gran precisión el cambio de la velocidad medida de la luz debido al movimiento del observador a través del éter. No encontraron cambio alguno. Como consecuencia de ese experimento se descartó la teoría del éter y fue confirmado el principio de relatividad” (Wald, 1992, p. 31).

Equipamento usado por Michelson e Morley no experimento de 1887. Os dispositivos óticos foram montados em um bloco quadrado, de arenito, com 5 pés de lado, que flutuava em mercúrio, para reduzir as tensões e vibrações que haviam prejudicado os experimentos anteriores. Para fazer observações em qualquer direção, bastava girar o bloco no plano horizontal. (TIPLER; LLEWELLYN, 2014, p.7)

O objetivo dos cientistas era medir a velocidade da luz proveniente do interferômetro –em relação à Terra. Quando feito, poder-se-ia admitir que a Terra estaria em movimento em relação ao tão sonhado *éter*. Posteriormente uma imagem com o propósito de exemplificar o intuito do experimento:

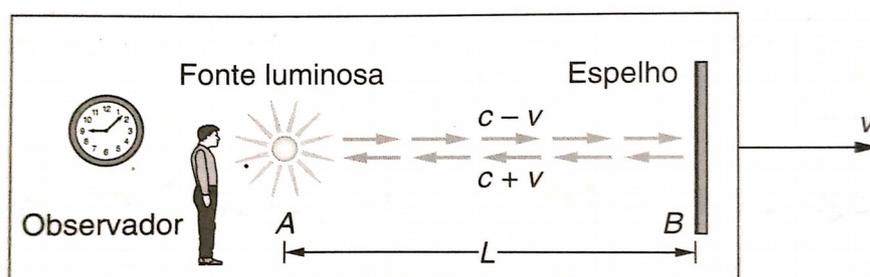


IMAGEM 6 – EXEMPLO DE VELOCIDADE DA LUZ EM RELAÇÃO À TERRA

FONTE: TIPLER; LLEWELLYN (2014, p.6)

Conforme a imagem 5, e consoante aos pensadores do éter da época, a velocidade da luz seria – com relação ao éter,  $c$ . Mas com relação a um observador qualquer, a velocidade medida teria valor de  $c - v$ , quando em direção ao observador;  $c + v$ , quando em sentido oposto.

Surpreendentemente concluiu-se que, no fim, as equações de Maxwell estavam corretas e que as velocidades das ondas eletromagnéticas eram as mesmas:  $c$  – independentemente do movimento da fonte em relação ao observador. Bem, se para referenciais inerciais havia uma invariância de velocidade da luz, então, deveria haver algo relacionado à relatividade –uma vez que a relativização newtoniana considerava a variação de velocidades em relação a dado observador.

1905 foi a época de Albert Einstein (1879-1955), o físico que conceberia um novo conceito de relatividade. Resolvendo (ou criando?) um dos grandes enigmas do século XX: *o tempo*. Segundo KRANE (2012):

Apesar de diversas explicações oferecidas para a inobservância do éter e a falha correspondente às velocidades acima, abaixo e cruzadas. A mais nova,

revolucionária, e última explicação de sucesso é dada pela teoria especial da relatividade de Albert Einstein, a qual requer um sério reajuste de nossos tradicionais conceitos de espaço e tempo e, portanto, altera alguns de os muitos fundamentos da física. <sup>14</sup> (KRANE, 2012, p.31) [tradução do autor]

### 3.3.2 Os postulados de Einstein

Com 26 anos de idade, especificamente em 1905 –28 de setembro–, um homem chamado Albert Einstein publicou diversos artigos sobre eletrodinâmica dos corpos no *Annalen der Physik*. Eram somente dois postulados escritos brevemente:

**Postulado 1:** As leis da física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.

**Postulado 2:** A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor  $c$ , qualquer que seja o movimento da fonte.

O postulado 1 servia como uma extensão do princípio da relatividade newtoniana a ponto de incluir, além dos fenômenos mecânicos, os fenômenos eletrodinâmicos. Por conseguinte, Einstein afirmava que não existia um referencial privilegiado ou absoluto. Diferentemente da ideia de Galileu Galilei (1564-1642), que dizia que dado um observador (referencial), os fenômenos físicos poderiam ocorrer com uma velocidade diferente.

Portanto, conforme seus estudos sobre eletrodinâmica, a velocidade da luz possuiria um valor fixo independente do movimento de seu referencial adquirido.

No postulado 2, a velocidade da luz (e das demais ondas eletromagnéticas) tem o mesmo valor no vácuo, seja qual for o movimento da fonte. E com esses postulados, Einstein pôde trazer uma “luz” ao experimento de Michelson-Morley: explanando seu resultado.

---

14 Texto original: ‘Although several explanations were offered for the unobservability of the ether and the corresponding failure of the upstream-downstream and cross-stream velocities to add in the expected way, the most novel, revolutionary, and ultimately successful explanation is given by Einstein’s special theory of relativity, which requires a serious readjustment of our traditional concepts of space and time, and therefore alters some of the very foundations of physics.’

Como consequência dos dois postulados citados anteriormente, veio ao mundo uma das teorias germinadoras da Física Moderna: a Teoria da Relatividade Restrita (mais tarde: Geral). Afinal, se para dois diferentes referenciais inerciais, a velocidade da luz,  $c$ , continuava exatamente a mesma –o tempo e o espaço em questão precisariam passar por modificações para que a agilidade da luz fosse sempre  $c$ .

Essas teorias tiveram, como é sabido atualmente, vastas consequências para o mundo da Física –para muitos, absurdos até.

Paradoxo dos gêmeos –grande paradigma físico; relatividade do tempo: o tempo é absoluto?; ou até mesmo a distorção do espaço às velocidades extremas foram algumas formas das consequências hipotéticas criadas pelos postulados de Albert. Os pensamentos de Einstein deram asas às mais diversas formas de criatividade: ficção científica; literatura, pinturas... É assim que nas primeiras décadas do século XX, tem-se o nascimento da física moderna: com mais indagações, certezas e uma curiosidade descomunal.

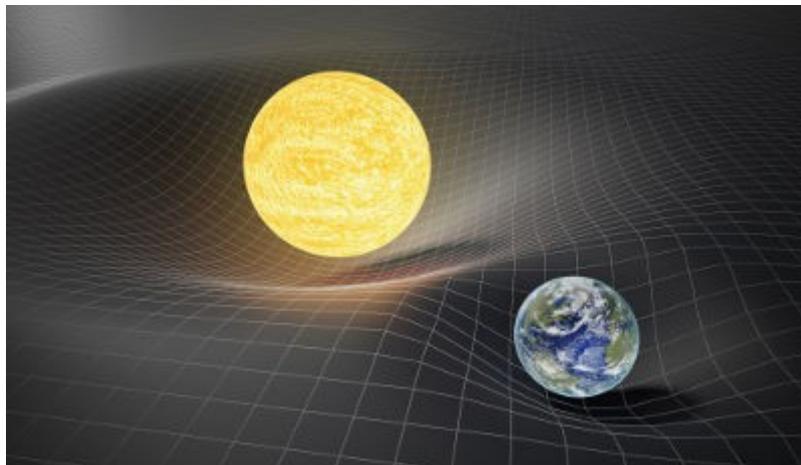


IMAGEM 7 – UMA BREVE REPRESENTAÇÃO DA DISTORÇÃO DO ESPAÇO-TEMPO (UMA CONSEQUÊNCIA DA TEORIA RELATIVÍSTICA DE A. EINSTEIN)

FONTE: Google Imagens<sup>15</sup>

15 Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/teoria-relatividade-geral.htm>>. Acesso em: 24 de mar. 2020.

Na imagem 6 está uma representação gráfica do que seriam as consequências da teoria relativística de Albert Einstein em 1905.

## 4 OS MAIORES CONFLITOS PARA COM O ENSINO DA FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO NO BRASIL

Neste capítulo será analisado alguns pontos sobre o ensino brasileiro de física moderna, no ensino médio. Desde seu significado até o momento de seu ensino em sala de aula. Ver-se-á as barreiras pelo qual o ensino dessa área da física encontra-se não muito explorada nas escolas.

### 4.1 ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO BRASIL

A física moderna, no Brasil, muitas vezes não chega a ser ensinada nas escolas de ensino médio – o motivo pode conter várias razões. Mas antes, vejamos o que diz os Parâmetros Curriculares Nacionais do Brasil sobre o ensino da física:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. [...] Esse quadro não decorre unicamente do despreparo dos professores, nem de limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural (BRASIL, 2002, p.22).

As causas para tal acontecimento não resumem-se a um, sequer dois – mas vários motivos. Desde falta de estrutura física para se ter um bom ensino até a uma inovação dos métodos de ensino para o século XXI (SILVA, Patrick O.; KRAJEWSKI, Larissa L.; LOPES, Hewdy de S.; NASCIMENTO, Douglas O.; 2018). A divisão curricular adotada para o ensino de física nas escolas do EM segue, basicamente, a sequência ditada por modelos estrangeiros, excluindo as práticas e descobertas recentes e tornando esse ensino um simples acontecimento que ficou no século XX (TERRAZZAN, 1992)

Por conseguinte, um dos grandes intentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Básico de Física no Brasil é *interdisciplinaridade*.

Conforme os preâmbulos dos Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco, por exemplo, com relação à disciplina de Física:

A Física a ser ensinada na escola, como componente da área de Ciências da Natureza, deve contribuir para uma formação científica, histórica e humana que possibilite ao educando a capacidade de participação crítica na vida social. Assume, pois, um caráter fundamental para formar pessoas capazes de compreender o mundo em que vivem e nele atuar conscientemente (Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco, 2013, p.32).

Contribuição para uma melhor formação científica; um manual de formação; uma interdisciplinaridade –há diversos pressupostos pelos quais o ensino de física poderia e deveria ser uma referência –século XXI e, infelizmente, não é bem assim. Gil et al. (1987) defende a grande importância que reside no ensino da FMC (física moderna e contemporânea) como uma contribuição mais correta da ciência e do próprio trabalho científico. Já Paulo (1997) considera pertinente a introdução de FMC no ensino médio, pois esta faz parte do cotidiano do estudante e poderá dar sentido a física e fazer relações com o mundo afora.

O ensino de física atual atêm-se muito, ainda, ao espírito da física clássica, deixando de lado pesquisas e descobertas científicas atuais realizadas entre as últimas décadas do século XX e o início do século XXI. Há desatualização dos conteúdos. A Física Moderna – lugar de muitas pesquisas realizadas no último século, são deixadas de lado, o que acarreta um certo desinteresse por parte dos estudantes (MOREIRA; PEREIRA, 2017).

Em uma pesquisa (ASSUNÇÃO; NASCIMENTO, 2018), realizada em 2018, chamada *Alfabetização científica e a Academia: um olhar sobre o ensino de física moderna e contemporânea na educação básica (2018)*, chegou-se a conclusão que, no ensino da FMC (Física Moderna e Contemporânea), os conteúdos apresentados aos alunos e os conteúdos apresentados pelos livros analisados apresentavam uma certa dicotomia, o que podia vir a ser: (i) o professor não utilizava o livro de forma adequada ou (ii) o professor não utiliza o livro didático (outros motivos não foram estudados para esse caso).

Se a física clássica possui certos empecilhos quando ensinada –imagina-se física moderna. Conforme capítulos anteriores, um dos grandes *booms* da física moderna foi a introdução de novos conceitos físicos no século XX e que causaram certas estranhezas. É compreensível que seja algo não tão simples de redigir a jovens de 15-16 anos de idade. Contudo, trabalhos como *Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de física moderna (2007)*; *Física moderna no ensino médio: um experimento para*

*abordar o efeito fotoelétrico (2012), Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de mecânica quântica no ensino médio (2017)* são trabalhos, dentre muitos outros, que demonstram haver meios de um possível ensino da física moderna e até contemporânea no ensino médio.

Todavia é a física moderna que marca a ascensão de um novo pensar científico, que traz tantas contribuições quanto o número de vezes que um GPS é utilizado por alguma pessoa perdida em algum lugar. Contribuições de Hendrik A. Lorentz (1853-1928), Mário Schenberg (1914-1990), Albert Einstein (1879-1955), Werner Heisenberg (1901-1976) Max Planck (1858-1947), Pierre Curie (1852-1908), Marie Curie (1867-1934) e muitos outros, não podem deixar de serem citados quando a abordagem é científica.

Visto uma não abordagem sobre a física moderna—mais especificamente no estado de Pernambuco, pode-se, sim, fazer um ensino de modo a mostrar os impactos causados por essa no último século. É evidente que os processos matemáticos deixados estão em um nível superior para discentes da educação básica, mas não a essência.

Conforme visto anteriormente, lecionar física clássica não vem sendo de grande facilidade nas últimas décadas – afinal, os tempos são outros. Faz-se necessidade de novas abordagens. Porém entre altos e baixos, é de fato ensinada. Já para a física moderna, ao introduzir, logo, *deve-se* trazer perspectivas outras de cobrir tal tema. É um desafio, sem sombra de dúvidas, mas um satisfatório desafio.

Nos mais seguintes capítulos, discorrer-se-á alguns pontos em que expressões de arte podem/poderão apoiar o ensino da física moderna: *Mecânica Quântica e Relatividade Restrita* –entretanto, realiza-se aqui uma grande ressalva: esses pontos de união servirão como um instrumento docente e somente para. Não há possibilidades de uma obra artística, por si só, justificar motivos científicos. Utilizados serão, pois, para exemplificações e contextualizações.

Como um exemplo, em uma passagem do livro *Isso é arte? 150 anos de arte moderna do impressionismo até hoje*, GOMPertz (2013) relata como as ideias de Einstein em relação a Teoria da Relatividade puderam influenciar as pinturas de Pablo R. Picasso (1881-1973) e Georges Braque (1882-1963) –responsáveis por uma das vanguardas mais famosas do mundo: o *Cubismo*. Devidas pinturas, ao atribuírem contextos científicos, podem ser bem-vindas ao ensino da física moderna como exemplos de contextualizações.

## 5 ENTRE EINSTEIN E PICASSO – A FÍSICA MODERNA ENCONTRA UMA DE SUAS MELHORES FORMAS DE EXPRESSÃO

Este capítulo é dedicado às influências obtidas sobre algumas das obras do movimento artístico francês titulado *Cubismo* (em específico: Pablo Picasso e Georges Braque) com relação às descobertas científicas do século XX.

### 5.1 ALBERT EINSTEIN, PABLO PICASSO E GEORGES BRAQUE: UMA NOVA MANEIRA DE PENSAR O ESPAÇO E TEMPO?

História da arte nem sempre é algo certo a ser contado. E muitas vezes pode-se ocorrer casos em que ‘acontecimentos’ não tenham ocorrido verdadeiramente. Bem, Picasso ou Braque podem, nunca, terem conhecido Albert Einstein – um fato. Contudo, pelas ideias de Einstein, Poincaré e outros cientistas, sim, eles obtiveram influências mesmo que indiretamente.



## IMAGEM 8 - ALBERT E PICASSO

FONTE: MILLER (2006)

Guillaume Apollinaire (1880-1918), poeta, dramaturgo e defensor da vanguarda francesa, nem sempre acertava suas estocadas literárias. Porém Apollinaire tinha um amigo chamado Pablo Picasso – um homem um tanto excêntrico.

Pablo Diego José Francisco de Paula Juan Nepomuceno María de los Remedios Cipriano de la Santísima Trinidad Ruiz y Picasso (1881-1973) foi um pintor espanhol. E m dos pioneiros da vanguarda artística francesa denominada: Cubismo –um dos movimentos artísticos mais destacados do século XX. Nascido em Málaga, Espanha, no ano de 1881. Ainda criança, por ter tido grande influência de seu pai (José Ruíz Blasco) – que era um professor de arte apaixonado por pinturas, gostava de desenhar – principalmente touradas.

É em 1897 que, com grande incentivo do pai, Picasso ingressa na Academia de Belas-Artes de San Francisco, em Madrid, mas devido às formas tradicionais da escola, recusou-se a acostumar-se com tais estilos de pintura. Em 1900, portanto, viaja a Paris e aluga um estúdio em que possa trabalhar em suas pinturas.

Na cidade francesa, para sobreviver, chega a pintar durante horas e horas. Envolve-se em vários relacionamentos amorosos e vida boêmia. Nesse período de estadia, Picasso entra em sua fase azul (pinturas melancólicas e de teor tristonho) devido ao suicídio de seu amigo, Casagemas. E posterior, entra no período rosa devido a sua mais nova paixão, Fernande Olivier.

É então que, em 1907, Pablo conhece Georges Braque (1882-1963) e anos à frente, juntos, fundam o Cubismo (é válido lembrar que quem cunhou o termo *Cubismo* foi o Louis Vauxcelles, crítico de arte):

Com o cubismo desaparece o conceito de objeto para dar lugar ao novo conceito de forma a partir da condensação das experiências do espaço, uma vez que o volume não se identifica com a massa e sim com a totalidade dos movimentos oculares descontínuos. Evitar o decorativismo na pintura exige a transposição do volume à tela e a preservação da superfície, uma operação bem mais complexa que a redução da profundidade à distância. Na escultura, o volume

é mais do que a representação da profundidade por meio de planos paralelos e 156 vistas parciais. A massa é outra coisa além da forma que contém a experiência do volume. Para fugir da domesticação do espaço devemos distinguir, portanto, entre movimentos em profundidade e massa.(HUGHES, 2013. p. 155).

É então que, em 1907, Apollinaire é convidado por Picasso a visitar seu ateliê a fim de mostrar seu mais novo trabalho. *Les demoiselles d'Ávignon*. Sua reação foi de unânime perplexidade e choque.

O que Picasso havia criado era um novo modo de observar os elementos ao redor. Uma nova ótica para as artes visuais da época. Não mais objetos, mas formas. Primitivo e severo – ou uma visão quase que científica? *Les demoiselles* aborda cinco mulheres nuas com corpos cruamente pintados sobre uma tela de 2,5 metros por 2,5 metros: um quadrado; paleta de marrons, azuis e rosas por uma sequência de linhas aplicadas que estilhaçava a imagem de forma a parecer um espelho quebrado. Apollinaire pensou o fim da carreira artística de Picasso – mal sabia que era o início de um vislumbre.

## 5.2 A INFLUÊNCIA DE LES DEMOISELLES D'ÁVIGNON.

Pablo Picasso foi um visionário, não há dúvidas em relação a isso. Antes de tornar-se amigo com George Braque e Guillaume Apollinaire, suas influências vinham do *Impressionismo*<sup>16</sup>.

A ideia era sair do conformismo que o Impressionismo havia trazido: uma relação mais direta e unilateral de ver a realidade. Como pode-se observar na seguinte tela impressionista, pintada por Claude Monet (1840-1926) (imagem 9) em 1875:

---

16 O termo impressionismo denomina o movimento artístico originado na França no século XIX – a *Belle Époque*, tendo como principal característica: a pintura ao ar livre. Seu artista pioneiro foi Claudet Monet (1840-1926).



IMAGEM 9-MULHER COM SOMBRINHA (O PASSEIO)

FONTE: Google Imagens<sup>17</sup>

Como visto acima, a ilustre *Mulher com sombrinha* é uma das obras mais fiéis ao *Impressionismo* na França. Percebe-se que com o apoio de cores fortes e vivas; uso de sombras e luzes – é possível criar uma imagem da realidade e de dinamicidade. Percebe-se que os elementos da pintura são fiéis ao que os olhos podem contar ou ver, não há algo mais. Não outros pontos de fuga ou modos de ver.

Era isso que incomodava Picasso: o retrato da realidade apoiado somente em um único referencial, o observador. Para ele, exigia-se um(ns) novo(s) modo(s) de perspectiva(s). Exigia-se a representação de vários pontos de vista: a paralisação do tempo, só assim poder-se-ia ter as formas de representação de uma figura, um elemento.

O simultaneísmo, a par de outras questões, será o elemento deflagrador das consequências mais notáveis do Cubismo, presente já naquela que é considerada sua obra fundadora, “*Les demoiselles d’Avignon*” [...] por Picasso nos meses de junho e julho de 1907 em Paris. (SILVA; BENUTTI, 2007, p.5)

Buscando a simultaneidade do tempo e as mais diversas óticas possíveis sobre um elemento, em 1907: *Les Demoiselles d’Avignon* (imagem 10).

17 Disponível em: <<https://arteeartistas.com.br/mulher-com-sombrinha-o-passeio-claude-monet/>>. Acesso em: 01 de abr. 2020.

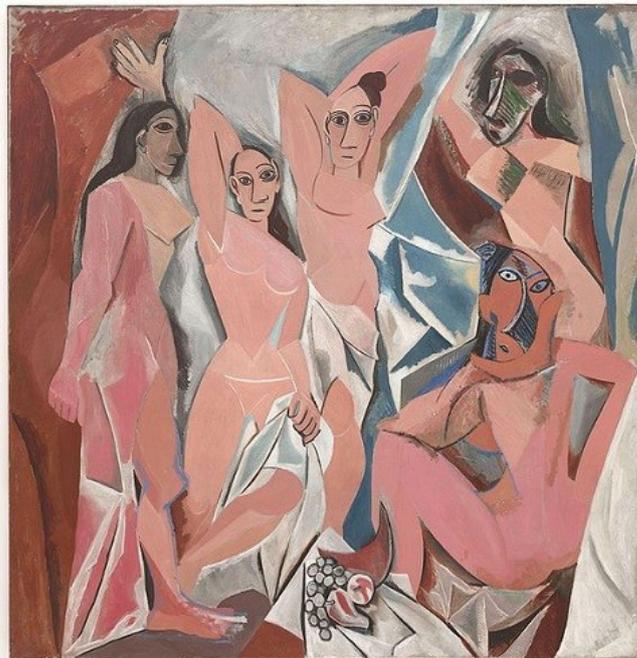


IMAGEM 10 - LES DEMOISELLES D'AVIGNON

FONTE: GOMPERTZ<sup>18</sup> (2013)

Uma das primeiras pessoas a vislumbrar o quadro foi Apollinaire, fiel amigo de Picasso, segundo GOMPERTZ (2013), sua reação foi única, se viu em choque e confrontado por 5 mulheres nuas num enorme quadrado de 2,5 metros de lado. O quadro era composto por pinceladas fortes e cruas, de fato, havia uma certa influência *fauvista* – por parte das cores características – e *primitivista* – por parte das influências das máscaras de uma antiga cultura africana.

Na tela (imagem 10), observa-se 5 mulheres simplificadas ao máximo: um seio, boca, nariz, braço. A tela de Picasso não contém nenhum sinal de tridimensionalidade. Ao invés, vê-se uma série de figuras losângicas e triangulares formando como um conjunto de peças *LEGO*<sup>19</sup>, seus corpos.

A moça que está na parte inferior do quadro à direita mantém (imagem 11), por exemplo, sobre o rosto, uma máscara de influências culturais africanas. O que é mais intrigante e o que mais encasqueta; veja o seu lado esquerdo – parecerá que ela está de

18 Disponível em: GOMPERTZ, Will. *so é arte?: 150 anos de arte moderna do impressionismo até hoje*.-- 1.ed. – Rio de Janeiro: Zahar, 2013. Na seção de *Lâminas* do livro.

19 LEGO é uma linha comercial de brinquedos de plástico feitos para serem montados um sobre o outro. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Lego>>. Acesso em: 03 de abr. 2020.

perfil. Veja-a pelo seu centro, parecerá que está defronte; à direita, estará reduzida a uma figura geométrica quase que irrisória.

Antes de chegar-se às passagens científicas que pode-se abstrair sobre o quadro, é válido ressaltar um pouco da crítica escondida do *Les demoiselles*.

Conforme Picasso, a pintura era um “exorcismo” (GOMPERTZ, 1965, p.138), de um passado artístico não autêntico e uma dura crítica a vida boêmia da Paris *fin-de-siècle*. Uma exposição perante seu medo e admiração pelas mulheres, as quais ele tanto amava como odiava.



IMAGEM 11 – MULHER À DIREITA DO QUADRO LES DEMOISELLES D'AVIGNON

FONTE: GOMEPERTZ (2013)

A verdade é que muitos homens estavam, na Paris *fin-de-siècle*, morrendo devido a doenças venéreas adquiridas em bordéis ou casas de prostituição (Picasso era uma pessoa assídua em casas de baile e bordéis). D'Avignon fora uma rua cuja principal característica era seu famoso bordel –típicos lugares que artistas como Édouard Manet e Paul Guaguin conviviam e tiveram suas mortes decretas por essas doenças.

Por consequência, Pablo Picasso não fora um mero pintor; suas pinturas não eram escassas em termos de significado e significância. O autor apoiou-se muito em suas relações amorosas que tivera com diversas mulheres ao longo da vida; a relação de expectativas de seu pai e seu grupo de estudos. No livro *Einstein, Picasso: Space, Time,*

*and the Beauty That Causes Havoc* (2001), Miller escreve uma passagem de Picasso a uma de suas entrevistas: “*Pinturas são nada mais que pesquisa e experimento. Nunca pinto um quadro como um trabalho de arte. Todos são pesquisas. Pesquiso constantemente e há uma sequência lógica em toda esta pesquisa*”.

### 5.3 LES DEMOISELLES D’AVIGNON E A PROPOSTA DA QUARTA DIMENSÃO

No artigo *A relação do cubismo com as geometrias não-euclidianas* (SILVA; BENUTTI, 2007):

Muitos historiadores encaram com reservas, senão mesmo com recusa, a hipótese dos cubistas terem baseado suas obras em princípios relacionados à quarta dimensão. Entretanto, segundo FRANCASTEL, [...] a primeira ação do Cubismo, por volta de 1907, foi uma especulação sobre as dimensões do espaço. Influenciados pelos vocábulos que circulavam à sua volta, os cubistas acreditaram fazer obra científica positiva ao introduzir em suas Telas uma quarta dimensão ou ao suprimirem a terceira. (FRANCASTEL, 1970, apud SILVA; BENUTTI, 2007, p.4).

Ao olhar a engenhosa pintura de Picasso, é difícil definir o que está para a frente ou de perfil; sendo mais fácil apontar que figuras, simultaneamente, estão em disposições diferentes. Só é possível ver tais moças daquela forma ao obter uma grandiosa rapidez de modo a observar diferentes pontos de vista. Ao representar objetos e rostos humanos de frente e de perfil, ao mesmo tempo, por exemplo, Picasso trabalha o conceito da quarta dimensão por meio de pinceladas. *Les Demoiselles D’Avignon* é, então, a primeira obra cubista com a intenção de buscar a quarta dimensão e retratar uma nova realidade no mundo das pinturas.

Percebe-se que alguns seios dispõem-se para a frente do espectador; outros para sua direita. Rostos e corpos dispõem-se em sentidos contrários. A figura humana está desconfigurada em pedaços, há diversos ângulos para um mesmo corpo. Referenciais de perspectivas diferentes a um mesmo tempo.

Albert Einstein propusera em seus estudos sobre a presença da quarta dimensão: o tempo. Ao alcançar uma extrema velocidade linear –logo, em seus pensamentos, a velocidade da luz,  $c$  – o tempo seria percebido de maneira diferente, mais lentamente e menos *aflitivo* com relação a seu referencial inercial. À medida que uma velocidade

altíssima fosse atingida, poder-se-ia analisar as distorções causadas no tempo (por meio de referenciais analisados em diferentes pontos) –exatamente como Picasso tentara idealizar em sua pintura precursora do *Cubismo* (George Braque, amigo de Picasso, também).

*Além do simultaneísmo, Les Demoiselles* também mantém influências das geometrias não-euclidianas –base para as teorias relativísticas de Einstein.

Conforme GOMPERTZ (2013), os artistas apreciavam as conversas durante jantares em Paris sobre o conceito da quarta dimensão, e discutiam com prazer as ramificações de outras descobertas científicas.

Hoje os cientistas não se atêm as três dimensões da geometria Euclidiana. Os pintores foram levados muito naturalmente, por intuição, a se preocuparem com novas medidas da extensão que, na linguagem dos ateliês modernos designávamos em conjunto e sumariamente com o termo quarta dimensão. (APOLLINAIRE, 1993, apud SILVA; BENUTTI, 2007, p.7).

Dissecando um pouco mais o contexto da pintura, na era cubista, a compreensão de que o átomo não era o ponto final – o xeque-mate –pairava no ar e, artistas como Pablo Picasso (1881-1973), Georges Braque (1882-1963), Albert Gleizes (1851-1953), Juan Gris (1887-1927) e Fernand Léger (1881-1955) ousavam em fragmentar a matéria nos mais ínfimos pedaços a fim de mostrar o átomo como o fim do prólogo do conhecimento científico. A fragmentação da figura, o simultaneísmo e a distorção do espaço são temas que se repetirão em dezenas de outras pinturas do Pablo.

Unindo todos essas relações possíveis com a ciência, *Les Demoiselles d'Avignon* foi produzida e exposta ao mundo (muitos anos após ficar na mais completa obscuridade do ateliê de Pablo – tudo bem) e, neste momento, declarou-se uma explícita revolução no modo de pintar a realidade. No modo de *imitar* a vida. Um elo. E Pablo Picasso? Um gênio.



IMAGEM 12 – RETRATO DE PABLO PICASSO

FONTE: Google imagens

#### 5.4 GEORGES BRAQUE E A EPIFANIA DO TEMPO

Georges Braque (1882-1963), conjunto a Picasso, foi um dos fundadores do *Cubismo* no século XX – indo em torno de 1907 a 1914. Tivera sua infância ligada às cores, pois o pai trabalhava em uma empresa decorativa.

É em 1906, ao expôr suas pinturas no *Salão dos Independentes* em Paris, que Braque começa a ser reconhecido como pintor. E um ano mais tarde, em um breve outono, conhece Pablo Picasso, com quem se deu muito bem durante vários anos até a 1ª Grande Guerra<sup>20</sup> os separarem (1914).

Não faz-se necessidade de trazer à luz o contexto das obras de Braque uma vez que este seguia os mesmos conceitos de Picasso vistos anteriormente. Braque tinha um grande apreço pelas obras de seu mestre, Picasso. E trabalharam em conjunto por anos – além de partilharem dos mesmos ideais. Contudo, Braque (devido a sua idade? Personalidade – difícil saber...) era mais ousado quando o assunto tratava-se de retratar

---

<sup>20</sup> Aqui, referente a Primeira Grande Guerra Mundial cujo período fora por volta de 1914 a 1918.

o *Cubismo* – retratar o tempo e espaço nas mais diversas formas e cores. Braque trazia, em suas pinturas, figuras mais coloridas e complexas.

É no Salon d'Automne (um comitê feito para selecionar pinturas para exposição) que Matisse – famigerado pintor fauvista– lança o seguinte comentário: “Braque acaba de mandar uma pintura feita de cubinhos” (GOMPERTZ, 2013, p.142).



IMAGEM 13 – CASAS EM L'ESTAQUE

FONTE: Google Imagens<sup>21</sup>

*Casas em L'Estaque* foi um afronte tal como as obras de Picasso o eram; era ousada no quesito perspectiva. Sua intenção era não mais um referencial único e absoluto – isso não existia, mas diversos referenciais e modos de apreensão de um objeto – modelo.

Pintada em 1908, é dominada pelos tons verdes, terra e cinza, com uma forte influência do pintor francês Paul Cézanne. Braque, porém, não ficou por aqui.

---

21 Disponível em:< <http://issoeharte.blogspot.com/2014/01/casas-em-lestaque-georges-braque.html> >. Acesso em: 11 de abr. 2020.



IMAGEM 14 – VIOLINO E CÂNTARO (1910)

FONTE: Google Imagens<sup>22</sup>

*Violino e cântaro* (imagem 14) é a manifestação de um *Cubismo* elevado aos céus! Essa pintura é capaz de entoar as mais multifacetadas partes de um referencial para um observador. No momento em que os pintores cubistas decidem estilhaçar, por completo, seus objetos de estudo, o cubismo começa a chamar-se *cubismo analítico*.

No “*Traité élémentaire de géométrie a quatre dimensions*”, JOUFFRET (1903) apresenta um possível exemplário do que poderia ser a quarta dimensão: volumes

---

22 Disponível em:< <http://issoeharte.blogspot.com/2014/01/casas-em-lestaque-georges-braque.html> >. Acesso em: 11 de abr. 2020.

justapostos uns sobre os outros seriam a chave par a quarta dimensão; assim como retas eram a chave para a segunda e planos para a terceira.

Braque, aparentemente, nunca informou claramente seus referenciais para o *Violino e cântaro*, contudo, é indispensável reverenciar tamanha genialidade para tal pintura. Porém, explícito ou não, o fato é que, sim, as obras de Braque mantém uma relação estreita com a ideia sobre o que seria a quarta dimensão. Indo além, *Violino e Cântaro* e a *Teoria da Relatividade Restrita* não aparentam ser primas distantes, não mais. Irmãs? Quem poderia dizer?

Para Pietrocola (2004) :

Talvez o problema não esteja na ciência em si, mas na forma como tem sido ensinada nos últimos tempos! Minha sugestão é que procuremos entender melhor como os indivíduos se relacionam com a arte e as ciências e a partir daí busquemos alternativas didático-pedagógica para modificar a forma como a última tem se apresentado na escola (PIETROCOLA, 2004, p.3)

Tanto Picasso como Braque estavam atentos com a incorporação da temporalidade e a interação da matéria com o espaço (GOMES et al, 2011) e, sem esses conceitos, talvez, o mundo da arte não houvesse mudado drasticamente.

## 6 MAX PLANCK E EINSTEIN E DALÍ – UMA UNIÃO SURREALISTA FEITA POR DEUSES, LOUCOS OU FEITICEIROS?

Este capítulo é dedicado às influências obtidas sobre algumas das obras do movimento artístico francês (e de outros países também) titulado *Surrealismo* (em específico: Pablo Picasso e Georges Braque) com relação as descobertas científicas do século XX.

### 6.1 O QUE FOI O SURREALISMO DO SÉCULO XX: PARADE –UMA PEÇA TEATRAL INSUBSTITUÍVEL.

Entre os mais diversos movimentos da vanguarda artística europeia, há uma em que reside um grande contingente de pessoas –mesmo que essas sequer estejam envolvidas, de alguma forma, no mundo das artes–, o *surrealismo*.

A palavra ‘*surrealista*’ foi inventada, por incrível que pareça, por Guillaume Apollinaire –aquele amigo de Picasso já referenciado acima. Usou a palavra em duas situações antes do movimento *surrealista* vir à tona. Uma vez para sua peça de teatro: *Les Mamelles de Tirésia* (a qual chamou de “*drama surréaliste*”), em suma, a peça, para a época continha uma temática um tanto transgressora; a segunda, para o *Parade* (1917), um novo balé do lendário Ballets Russes de Serguei Diaguilev.

*Parade* foi uma afronta. Diaguilev era um empresário magnata russo de grande reputação artística que estava patrocinando tamanha peça teatral.

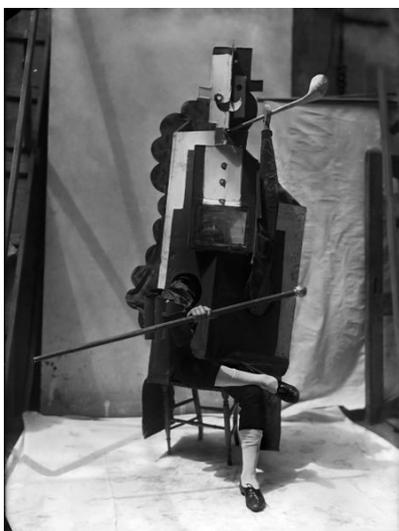


IMAGEM 15 – PREPARAÇÃO PARA A PEÇA *PARADE (O MÁGICO)* (1917)FONTE: *Google Imagens*<sup>23</sup>

Na imagem acima, por exemplo, tem-se um dos diversos cenários para a peça teatral *Parade*. A narrativa tratava sobre três empenhados empresários de circo a fim de buscar espectadores para seus respectivos espetáculos. A imagem representa um desses: o mágico.

O ápice dessa peça foi seus constituintes, constituídos, resumidamente, por Pablo Picasso e Guillaume Apollinaire no cenário e os figurinos; o famoso escritor e dramaturgo, Jean Cocteau –roteiro e Erik Satie –brilhante músico– para a trilha sonora. *Parade* não foi um baita sucesso, ousado? Muito.

É nesse momento que, com uma peça teatral tão cheia de cubos, repleta de figuras além da realidade e de tons pitorescos, pode-se dizer que, iniciou-se um prelúdio para um dos movimentos artísticos mais controversos da história: o *Surrealismo*.

IMAGEM 16 – PREPARAÇÃO PARA A PEÇA *PARADE (O ACROBATA)* (1917)FONTE: *Google Imagens*<sup>24</sup>

23 Disponível em: < <http://collections.vam.ac.uk/item/O1154912/parade-diaghilev-ballets-russes-1917-photographic-plate-lachmann-harry-b/> >. Acesso em: 17 de abr. 2020.

24 Fotografia de o Acrobata, parte do balé *Parade*, além disso, a peça incluía também diversos dançarinos e um cavalo e um segundo acrobata – além de uma garota à la Americana. Surreal?

André Breton (1896-1966), um jovem e ousado poeta da famosa Paris, estava desapontado com o movimento dadaísta recentemente.

*O dadaísmo nasce, durante a Primeira Guerra Mundial, em Zurique, capital da Suíça, país neutro. Ele se estende pelo período que vai de 1916 a 1922. [...] Note-se que se cultiva a destruição pela destruição e se usa, como arma de combate, a sátira, a galhofa. Não se leva nada a sério. O dadaísmo ri-se de tudo. Há muita analogia entre o dadaísmo e a filosofia cínica.* (TRINGALI, Dante. ITINERÁRIOS—Revista de Literatura, 1990, p.29)

O dadaísmo queria expurgar o mundo artístico: retirar toda a pomposidade das belas-artes. Afinal, por que somente uma parcela social mantinha acesso às artes plásticas? As exposições dos mais famosos artistas? A função do dadaísmo era escancarar a hipocrisia que era sentida na época da Paris requintada.

Contudo, o movimento dadaísta vinha perdendo forças em termos provocativos sociais. Já o ambicioso poeta, André, buscava encontrar uma forma mais nova de expressão artística.

Um senhor chamado Sigmund Freud (1856-1939) havia deixado, para a sociedade da época, conceitos de uma mais nova psicanálise: desempenhando interesse pelo subconsciente no comportamento humano. Freud havia estabelecido uma ponte entre o mais profundo desconhecido da mente humana (o onírico) e a mais consciente lucidez humana. Breton estava aguçado com esses estudos; o dadaísmo, arrefecido.

Freud analisou os sonhos dos indivíduos com um grandioso afinco; a escrita “automática” através do fluxo da consciência/espontaneidade. Breton apaixonara-se por aquilo. Era surreal demais.

Ainda no final de 1923, o “filho do dadaísmo” fora lançado, e para lançar o manifesto, Breton necessitava de um nome que fosse claro e desafiador. Para isso, lembrou da peça teatral que Apollinaire fizera parte, *Parade*, o Surrealismo havia sido, finalmente, lançado.

O plano do surrealismo era começar por um ataque frontal à sociedade. A ideia era mostrar a burguesia francesa da época a crise que existia nas cabeças das pessoas; era

explorar as mentes em seus mais subscientes. Escancarar os segredos indecorosos reprimidos em benefício da decência.

Breton imaginava que, ao abstrair os sonhos mantidos em profunda segurança, poder-se-ia alocá-los ao lado da realidade, numa união com intuito de desassossego.

“Eu poderia passar toda a minha vida arrancando os segredos dos insanos. Essas pessoas são extremamente genuínas.” dissera André, certa vez, em relação ao Surrealismo (GOMPertz,2013, p.258) . Por fim, ao contrário do movimento *dadaísta* – que negava qualquer tipo de antecedentes, ‘referências’– Breton, em seu manifesto, inseriu dois artistas de grande notoriedade: Dante Alighieri (1265 d.C. – 1321 d.C.) – conhecido, mundialmente, pela obra *A divina comédia*– e William Shakespeare (1564-1616) –com a obra *Sonhos de uma noite de verão*.

Bem, tanto Dante como Shakespeare estavam mortos pela época, portanto, não havia algum mal inseri-los ou não em um movimento ou havia?

Dante, pela epopeia pós-morte da *Divina Comédia* e Shakespeare, muito provavelmente, pelas fadas em *Sonhos de uma noite de verão*.

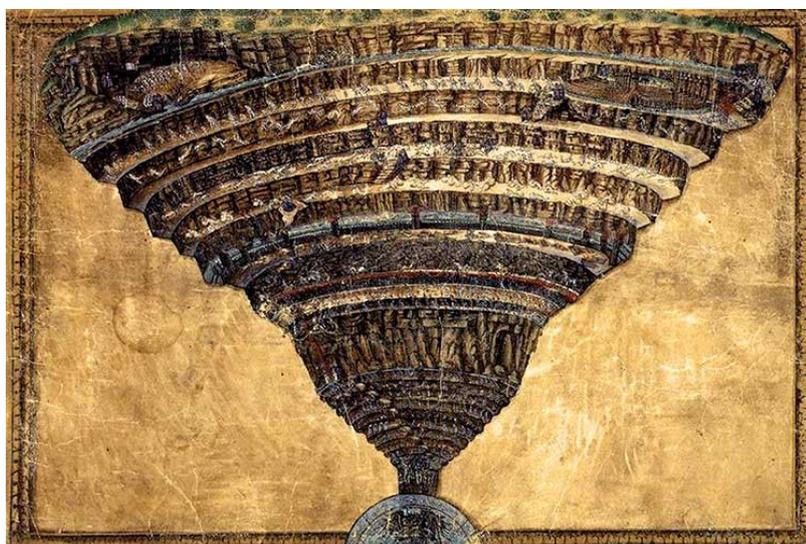


IMAGEM 17 – OS 9 INFERNOS DA DIVINA COMÉDIA POR SANDRO BOTTICELLI

FONTE: Google Imagens<sup>25</sup>

Diversos artistas aderiram aos pensamentos preponderantes de Breton. O movimento surrealista havia tomado sua base. Suas influências alastram-se sobre as

25 Disponível em:< <https://laparola.com.br/o-inferno-de-dante-alighieri> >. Acesso em: 24 de abr. 2020.

mais diversas peças arquitetônicas, plásticas e artísticas ao redor do mundo. Um destes ícones fora Salvador Dalí, bem-afamado por sua tamanha excentricidade e inteligência.

## 6.2 UM ESTRANHO NO NINHO.

Salvador Felipe Jacinto Dalí e Doménech (1904-1989) foi um pintor espanhol que obteve grande destaque devido as suas composições oníricas e desconexas. Com um bigode excêntrico, escandalizou a “Estética Surrealista”. Nascido em Figueras, Gerona, Espanha. A partir dos dez anos, Dalí já desenhava membros de sua própria família e paisagens com frequência. Aos treze, ingressara na escola municipal de Figueras de Desenho.

Em 1922 foi aceito na Escola de Pintura e Escultura da Academia de São Fernando, em Madrid. Experimentou um pouco do Cubismo. Mas foi em 1929 que, em Paris, junta-se ao grupo surrealista e começa a pintar segundo seu método “paranoico-crítico”. Segundo o próprio Dalí:

O grupo surrealista era para mim uma espécie de placenta que me nutria e acreditava no surrealismo como nas tábuas da Lei. Assimilava com um apetite incrível e insaciável toda a letra e o espírito do movimento, que, aliás, correspondia tão exatamente à minha natureza profunda, que cheguei a encará-lo com a maior naturalidade (DALÍ, 1976).

Salvador Dalí foi imerso no mundo da física devido aos seus demais colegas que também, na época, faziam parte do movimento surrealista, segundo Carmen Ruiz (2010), do *Centro de Estudos Dalinianos da Fundación Gala-Salvador Dalí* (Espanha). O famoso pintor estava impressionado com a mais nova proposta da realidade: a teoria da relatividade, proposta por Albert Einstein (1879-1955) em 1905.

Era um marco no século XX pois dava uma nova concepção de tempo. Tirando-o por uma nova dimensão, a quarta. Para a teoria da relatividade, independentemente do referencial adotado, a velocidade da luz sempre seria a mesma:  $3,0 \cdot 10^8$  m/s –tal teoria revolucionou as bases fundamentais da física, causando um certo impacto não somente nas ciências como também em toda a sociedade. É devido a esses estudos sobre Relatividade de Albert Einstein que é possível fazer uma ligação com as obras de Dalí.

Com bases apoiadas não só das ideias desse cientista alemão, Dalí também mantinha apreços a outros cientistas da época como Werner Karl Heisenberg (1901-1976). Para o pintor, a nova realidade proposta pela teoria de Einstein (1879-1955) seguida pelas teorias da mecânica quântica pareciam extraordinárias.

O próprio chegou a assumir um alter ego com o mesmo sobrenome do físico alemão Werner. Em suas próprias palavras:

No período surrealista, eu queria criar a iconografia do mundo interior, o mundo do meu admirável pai Freud. Eu me sai bem nisso. Hoje o mundo exterior – aquele da física – transcendeu o da psicologia. Meu pai hoje é o Dr. Heisenberg (DALÍ, 1959, apud FERNANDES et al., 2017)

Estantes repletas de livros cujos conteúdos eram científicos (centenas!). Dentre esses livros, física clássica, mecânica quântica, matemática e origem da vida, bem como muitas outras revistas que assinava para manter-se atualizado. Seguir o trabalho que Dalí produzira no século XX é atravessar um período da física em suas grandes descobertas/ideias – descobertas que afetavam-no. E é por admiráveis ideias que, ao mundo, veio obras (pinturas) que marcaram épocas e gerações de artistas e, quiçá, cientistas. A seguir, algumas das obras de Salvador Dalí.



IMAGEM 18 - SALVADOR DALÍ POR WILSON SANTOS

FONTE: SANTOS (2012)

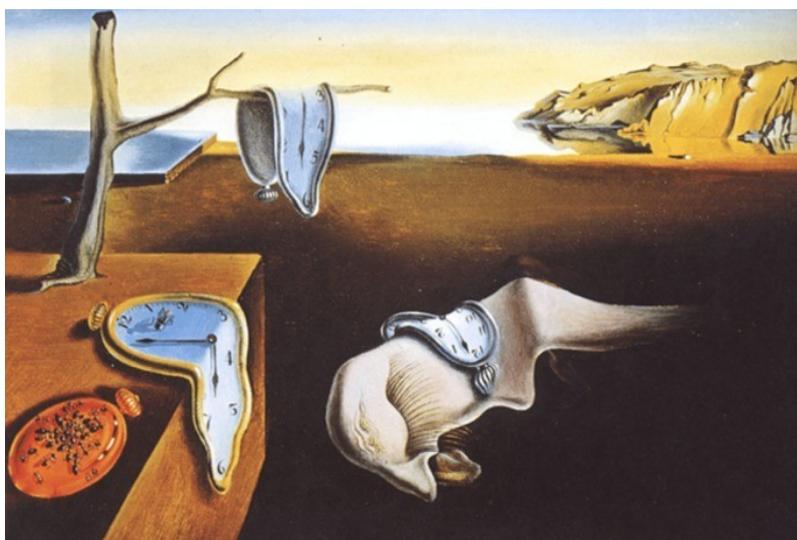
Deixar claro, porém, que além de suas ideias artísticas e de sua grande inteligência em compreender tantos movimentos artísticos e descobertas científicas, Dalí mantinha uma posição política de caráter duvidoso. Dizia-se apolítico.<sup>26</sup> Contudo, chegou a pintar várias obras com Hitler em seu maior interesse e demonstrando um certo fascínio pelo mesmo – um dos motivos que levou sua expulsão do movimento surrealista por Breton.

Nas palavras de Georges Orwell, “Dalí é ao mesmo tempo um desenhista excelente e um ser humano irritante” (FINCO, Luís Antônio Giron e Nina, Revista ÉPOCA, 2014).

Dalí foi um gênio para a história da arte, mas foi um homem de um caráter um tanto dispendioso e miserável. Para este trabalho, é importante que saiba diferenciar e julgar uma obra de quem a produz. É um grande dilema, fato. Contudo, a qualidade e importância dos trabalhos de Dalí foram tamanhas que não se pôde, simplesmente, ignorar. Contudo, deixo aqui a ressalva.

### 6.3 A PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA OU O PAVOR DO TEMPO

É em 1931, enquanto em casa devido a uma indisposição de ir ao cinema com sua esposa e amigos, que Dalí produz uma das telas à tinta mais influentes do mundo: *A persistência da memória*.



26 Disponível em: <[Dali's enigma, Picasso's protest: the most important artworks of the 1930s | Art | The Guardian](#)> ; <[O dia em que Dalí se vestiu de almirante para receber Franco | Cultura | EL PAÍS Brasil \(elpais.com\)](#)>. Acesso em 04 de maio de 2020.

## IMAGEM 19 –A PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA (1931)

FONTE: Google Imagens<sup>27</sup>

O quadro, apesar de tamanha significação e milhões de cópias espalhadas das mais diversas formas pelo mundo, possui singelos 24 por 33 centímetros de largura e altura; e foi feita dentro de 5 horas apenas.

A *Persistência* é sobre o tempo –explicitado pelos três relógios que saltam à imagem. Há também uma espécie de quarto relógio que parece mais um despertador. Esses relógios estão a derreter –além do mais, relógios era um forte obsessão para Dalí entre suas diversas obsessões.

Os relógios possuem marcações diferentes. Ao fundo, está pintado o Porto de Lligat. O Porto de Lligat, localizado no Norte da Espanha, é uma referência à memória de Dalí. O formato dos relógios, de algo derretido, é referência a um tipo de queijo específico encontrado na região do pintor. A figura à direita, aparentemente em estado de composição, é um próprio autorretrato do autor que, frequentemente, costumava pôr em seus trabalhos. As formigas e a mosca sobre os relógios foram imersos a fim de encontrar um sentido de putrefação; deterioração do tempo em relação ao resto da ambientação.

Em parte, Dalí representa as figuras em formas derretidas devido a seus grandes medos: a impotência sexual (inesperado?), a indignidade da morte e a inexorabilidade do tempo (GOMPertz, 2013, p.266).

Por outro lado, como já citado, Dalí possuía contato com as descobertas da física na época devido aos demais integrantes do grupo surrealista criado por André Breton. Logo, os três relógios abordados na pintura, que estão a derreter, foram referências a Teoria da Relatividade, postulada por Einstein por volta de 1905. Devido à aparente contração do tempo com relação a um referencial inercial, o tempo que passa-se pelos relógios é diferente do tempo que está a passar pelos outros elementos presentes na obra. É perceptível a fluidez do tempo –tal explicação proposta na própria teoria de Einstein; em que espaço e tempo tem uma relação intrínseca.

---

27 Disponível em: <<https://www.culturagenial.com/a-persistencia-da-memoria-de-salvador-dali/>> . Acesso em: 04 de maio de 2020.

O tempo é impensável sem o espaço, dizem cada um dos meus quadros. Meus relógios moles não são apenas uma imagem fantasista e poética do real, mas essa visão (...) é, com efeito, uma definição mais perfeita de tempo-espaço, que as mais altas especulações matemáticas possam dar. (DALÍ, 1976 apud ANDRADE et al, 2007, p.410).

A simultaneidade relativa é provida pela constatação, segundo a Teoria da Relatividade Restrita, de que dois eventos podem ocorrer ao mesmo tempo em tempos distintos dependendo apenas do referencial adotado para tal observação.

Enquanto os relógios marcam tempos diferentes, o seu espaço, também, modifica-se de formas diferentes. Em contrapartida, o Porto de Lligat aparenta estar estável, estático, como se fosse o tempo 'normal' –o tempo do observador externo: você.

Egocentrismo, talvez, tenha sido uma das causas para suas desavenças com Breton e, conseqüentemente, com o mundo –contudo, de fato, Dalí pôde exibir ao mundo artístico uma singela representação daquilo que fora trabalho por Einstein e outros demais cientistas que o ajudaram.

O quadro, em si, é incapaz de expressar por si só uma teoria física. Afinal, o *surrealismo*, em si, era um movimento de difícil compreensão – na realidade, nenhuma obra artística tem o dever de explicar algo por si só. Contudo, ao buscar um arcabouço histórico, *A persistência da memória* pode vir até ser um bom exemplo de uma possível visualização do que Einstein imaginava. Pode vir a ser uma boa tela para uma roda de discussão sobre os grandes feitos científicos do século XX e de como essas produções foram encontrando-se em outras “dimensões”.

#### 6.4 A DESINTEGRAÇÃO DA PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA OU UMA ABORDAGEM SOBRE A QUANTIZAÇÃO

A desintegração da persistência da memória é uma pintura criada por Dalí entre os anos 1952 e 1954, mais especificamente, 21 anos após a realização da *Persistência da memória*. Percebe-se que, neste caso, houve um período de dois anos para a finalização da pintura –contrastando às 5 horas gastas na *Persistência da memória*.

Já na década de 50, os conhecimentos sobre mecânica quântica estavam obtendo seu devido lugar na ciência: física. Como um grande admirador das novas pesquisas científicas, o conceito de *quantum* hipnotizou Dalí.

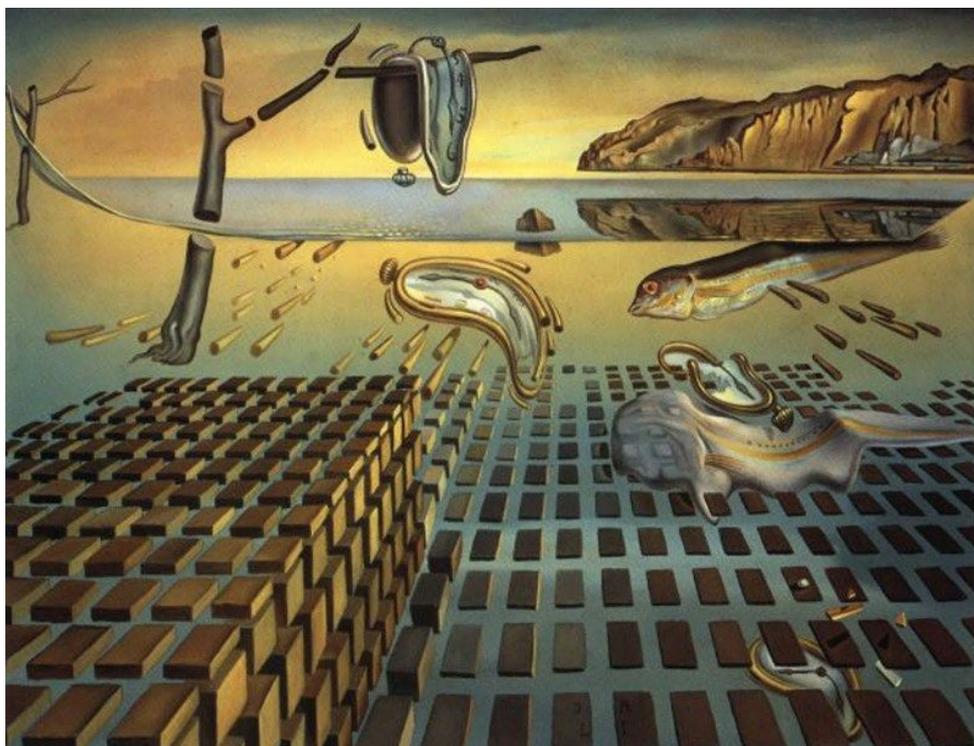


IMAGEM 20 – A DESINTEGRAÇÃO DA PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA (1952)

FONTE: PINTEREST<sup>28</sup>

Há uma expressividade nessa pintura, apesar dos tempos ‘relativos’, há uma espontaneidade por parte da própria desintegração. A teoria quântica, proposta por Max Planck – já citado anteriormente – ganha vida ao mostrar o solo e árvores sendo constituídas por pequenos pedaços de matéria.

Como a própria radiação do corpo negro é dada em pequenos pacotes de emissão: os *quanta*, assim são os elementos da pintura de Dalí. (Vale ressaltar que defronte ao peixe, aparentemente, há mísseis vindo em sua direção –o que isso significaria?).

Todo o chão abaixo da árvore está em desintegração em pedaços aparentemente iguais. Essas desintegrações acontecem ao longo dos ponteiros diferentes dos relógios.

28 *Pinterest* é um *site* desenvolvido para o compartilhamento de imagens e produções artísticas. Disponível em: < <https://br.pinterest.com/pin/722475965196584733/> >. Acesso em: 05 de maio de 2020.

Nesse momento, tem-se diferentes momentos de um mesmo tempo, contudo a desintegração vem para todos.

## 6.5 OPOSIÇÃO E A INCONSISTÊNCIA DE UMA CERTEZA

Anos a frente, em tese, 1952 –Dalí deixou mias uma de suas obras para o mundo científico e artístico: *Oposição*. A pintura é mais ousada que as anteriores, tendo um pouco de abstracionismo aí.

Oposição trará uma espécie de onda formada por pequeníssimas partículas de modo a formar um único corpo. Há um engajamento com a proposta de quantização de Max Planck e sua relação matemática já citada anteriormente:  $E = h \cdot f$ , uma energia sendo formada por partes mínimas determinadas, dependentes da constante de Planck:  $h$ .



IMAGEM 21 – OPOSIÇÃO (1952)

FONTE: Fernandes *et al.* <sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Fernandes *et al.* Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.34, n.2, ago. 2017. p.523.

É perceptível, na tela, o uso das cores vermelho e acinzentado – como dois elementos opostos (talvez seja devido a isso o nome da pintura); essas cores complementam-se ao mesmo tempo que opõem-se. Sabe-se que o Princípio da Incerteza também era escopo da vida de Dalí, Heisenberg era seu alter ego no fim de tudo. Isso é a proposta: olhar para uma onda inteira ou vê-las micropartículas – não há uma consistência, é um ou outro.

Heisenberg falava sobre o Princípio da Incerteza, em que não seria possível determinar o momento e a posição de um elétron em órbita. Se tivéssemos o momento como vermelho e a posição, azul: uma oposição que faz parte de uma mesma partícula. Partes do um mesmo ser e que nunca se interpõem. Dalí buscava representar essa dualidade encontrada na Natureza até que a representou de seu modo.

## 6.6 PARTÍCULAS EM UMA RELIGIÃO – UMA OBRA COMPLEXA DE DALÍ

Como último exemplo do vasto acervo de pinturas de Salvador Dalí, *Santo rodeado por três mésons pi*, criada durante a meia-vida de Dalí (1958). Ao analisar brevemente a pintura, será perceptível a presença de inúmeras partículas resultantes das explosões dos três mésons. Contudo, ao distanciar-se das partículas, uma figura pode-se ser formada: um santo?

A indeterminação de Heisenberg torna-se prioridade nas produções de Dalí, por isso, torna-se difícil observar suas ambiguidades em pinturas num mesmo tempo. Proposto por Hideki Yukawa (湯川 秀樹) (1907-1981), os mésons pi foram ratificados durante emulsões fotográficas expostas nos Pirineus – liderada por Cecil Powell (1903-1969) com participação de César Lattes (1924-2005). Além disso, foi César Lattes quem viajou para Bolívia e confirmou a existência dessas partículas a partir do Monte Chaltaya.

O méson pi é a partícula responsável por manter o núcleo atômico coeso.



IMAGEM 22 – SANTO RODEADO POR TRÊS MÉSONS PI (1958)

FONTE: ANDRADE *et al.*<sup>30</sup>

Os mésons pi representados na tela estão a expandir-se. Contudo, parte desses formam uma figura – o que aparenta ser o santo comentado em sua legenda. Nesse momento tem-se uma figura religiosa e uma figura científica ilustradas em uma única tela. Dalí tinha desses – contraporia tudo e todos se pudesse. E foi o que fez aqui. A descoberta dos mésons pi foi um marco na física moderna pois impulsionou outros experimentos adjacentes no universo atômico. Toda a cientificidade abordada nas pinturas de Dalí não passam de uma analogia –isso é um fato inegável. Princípios como a indeterminação de Heisenberg; a quantização de Planck ou a Relatividade de Einstein não são conceitos fáceis de apreender, deixe só aprender por um completo – entretanto, há aí uma analogia frutífera desses conceitos, a física moderna ganha ilustrações em mãos artísticas (GUERRA *et al.*, 2003).

---

30 ANDRADE *et al.* Influências da física na obra de Salvador Dalí. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.24, n.3, dez. 2007. p.418.

## 7 ENTRE A FÍSICA E A ARTE, HÁ UMA POSSIBILIDADE DE ENSINO CONTEXTUALIZADO?

Este capítulo propõe uma discussão sobre possíveis métodos de abordar, em sala de aula, possíveis relações entre o mundo artístico e o mundo científico. Propõe trazer a contextualização para dentro da sala de aula, e não ficar somente escrito sobre papel.

### 7.1 INQUIETAÇÕES E MUDANÇAS NO ENSINO DA FÍSICA

Tão quanto analisar-se, o ensino da Física, no Brasil, propriamente dito, mantém um período de tempo curto numa escala temporária de ensino. Segundo o artigo: O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais (ROSA & ROSA, 2012), o ensino de física no Brasil passou a ser um objeto de preocupação didática a partir da década de 1960, após a implementação nos Estados Unidos, e, logo após, na América Latina (incluindo o Brasil devido ao projeto *Physical Science Study Committee*).

O objetivo desse projeto era fomentar as carreiras científicas no mercado de trabalho a fim de torná-las viáveis. O aumento dos conteúdos de física a serem ensinados na formação básica dos estudantes teve um aumento significativo.

Contudo esse aumento significou, também, uma recrudescência por parte da matematização dos conteúdos –uma forma abrupta? Logo uma consternação ao redor do desempenho estudantil, na escola, começou a crescer e crescer. Conferências, simpósios, pós-graduações, artigos e pesquisas buscaram discutir o cerne destes maus funções. De alguma maneira, a busca persiste até o século XXI.

Entra ano, termina ano...E uma parte considerável do corpo estudantil permanece em ditar: 'Física é chata'; 'Física é só matemática, só que mais difícil'... Inúmeras afirmações de tal cunho são apresentadas do Sul ao Nordeste brasileiro. Nosso empenho agora é buscar maneiras outras de abordar e contextualizar a física em sala de aula. Há uma necessidade de reinvenções no campo docente.

Dada condições brasileiras, não somente atuais, mas históricas como um todo – ciência, com todo um desprazer, não é prezada por uma majoritária população brasileira.

Querer ensinar física –à luz das “diretrizes” da década de 60 é querer exigir os mesmos modos e costumes; pensamentos e ações que, paralelamente ao Darwinismo, tiveram que, de alguma forma, evoluir, morfar-se e renascer em novas formas..

Em A necessária renovação do ensino de ciências (CACHAPUZ *et al*, 2005), um importante trecho é destacado:

A educação científica apreze assim uma necessidade do desenvolvimento social e pessoal. Mas as expectativas postas na contribuição das ciências nas humanidades modernas (Langevin, 1926) não se tem cumprido, e assistimos a um fracasso generalizado e, o que é pior, a uma crescente recusa dos estudantes para a aprendizagem das ciências e incluso para a própria ciência.(CACHAPUZ *et al*. A necessária renovação do ensino de ciências, 2005, p. 43-44)

Essa renovação pode-se ser atribuída às diversas causas e maneiras de se fazer o ensino. A ciência posta em sala de aula é, deveras, sustentado, ainda, por concepções e ideias que –naturalmente–não condizem à realidade (alguma vez condissera?).

As referências mais frequentes das relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) acabam por reduzir-se à enumerações de porções de aplicações dos conhecimentos científicos –como pequenas migalhas de pão ao redor de um vasto espaço.

Visão descontextualizada, concepção individualista e elitista; concepção empírico-indutivista como também infalível, sem história e ausente de problemas são só alguns dos pontos em cheque quando a pauta trata-se sobre: por que “aparentemente” há um desinteresse na tecitura do ensino-aprendizagem de física? Como solucioná-la? Buscar essa resposta requer uma abrangência de conhecimento muito maior que o escopo deste trabalho –não é tal compromisso agora, mas de encontrar uma possível ferramenta para a execução de uma das possíveis respostas.

## 7.2 A ARTE E A CONTEXTUALIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA FÍSICA

Neste trabalho, até agora, foram apresentados diversos momentos em que a arte e a história da física unem *forças*. Contudo, destaca-se aqui um importante físico e

divulgador científico cujo intuito está em apontar pontes entre as expressões artísticas e a cientificidade da física: João Zanetic, um grande expoente quando o objeto é relacionar a física à cultura (arte).

O eixo deste ensaio, e portanto daquela palestra, é minha convicção de que a física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo, independente das eventuais diferenças de interesses individuais e das mais variadas motivações acadêmicas e/ou profissionais. Meu objetivo central é atingir aqueles alunos que, no formato tradicional do ensino, não se sentem motivados ao estudo da física. E não precisamos nos basear em nenhum sofisticado levantamento de opiniões para saber que esses alunos representarão a grande maioria de nosso alunado do ensino médio. (ZANETIC, 2006. p.41)

Há uma forte desmotivação por parte do corpo estudantil quando trata-se de física (professores também?), mas por meio da contextualização, há um meio de aproximação – fato. Aproximar a arte e cultura à sala de aula é aproximar a cultura. E essa cultura produzida pela própria ciência deveria fazer parte da formação cidadã de cada pessoa, assim como defende o próprio João Zanetic. Há um enriquecimento mútuo. Este capítulo é pequenino e simples, porém, direto.

Há uma necessidade de mudança, incorporar uma *história* à física é aproximar descobertas científicas humanas a pessoas que, de fato, sentem essa necessidade de conhecimento. É dar humanidade a ciência – que muitas vezes aparenta uma certa dureza e frieza em sala de aula.

### 7.3 SALA DE AULA

Já não se faz mais necessidade de expor os motivos para com qual a interconectividade entre arte e física seja exposta em sala de aula –acredita-se. Contudo, vale salientar que, independentemente de como essa mistura seja trazida (seja por imagens de pinturas; histórias a respeito das influências da física sobre a arte; exposições) à sala de aula, faz-se necessidade de uma boa didática e uma noção de apreensão por parte do estudantil e docente.

O trabalho apresentado, aqui, tem como intuito uma abordagem sobre a *física moderna* e seu diálogo com as expressões artísticas de sua época. Levar os dados desse trabalho a uma turma cuja série situa-se no primeiro ano do ensino médio requer todo um arcabouço teórico bem compreendido de física moderna, por exemplo.

Postura, atitude interdisciplinar, e a formação do professor que pretende trabalhar nessa linha são das ferramentas mais importantes para que um trabalho de interdisciplinaridade seja bem-sucedido. (BARBOSA, Ana Mae (org.), INQUIETAÇÕES E MUDANÇAS NO ENSINO DA ARTE, 2008, p. 105)

Portanto, esse trabalho pode servir como uma pequena referência de interdisciplinaridade entre a física e a arte na sala de aula, – mas exige-se uma responsabilidade e um domínio do conteúdo a ser explanado pelo docente. Além do mais, adverte-se aqui a necessidade de uma pesquisa mais aprofundada e contundente. Há uma recrudescência na falta de autonomia de pesquisa por uma massiva parte populacional neste século XXI, aos professores e professoras cujo intuito é construir uma ponte entre a arte e a física (aqui, física moderna), façam com autonomia e responsabilidade.

Não há uma restrição de idade sobre esse trabalho desde que utilizado com cautela, responsabilidade e respeito. *Arte e ciência sempre caminharam juntos, é chegada a hora de abrir as cortinas e os deixarem passar.*

Quando em âmbito educacional, diversos tipos de discussões podem vir a ser ascendidas pelo professor que, neste caso, terá um papel de mediador entre seus estudantes e o elo que é buscado a fim de mostrar uma relação entre diversas expressões artísticas de uma época e os avanços científicos acontecidos ali naquela época.

#### PROPOSTA 1:

Uma das propostas para o qual esse trabalho pretende contribuir é para o desenvolvimento de uma roda de conversa em sala de aula ao fomentar uma contextualização histórica da física – em específico, a física moderna –, por meio de algumas pinturas (P. Picasso e S. Dalí). Para esta roda de conversa, uma turma de estudantes do ensino médio é suficiente. Para esta proposta, uma exposição – por intermédio de um projetor – sobre os dois principais acontecimentos da física moderna (Radiação do Corpo Negro e Quantização da Carga de Max Planck e Relatividade Geral de Albert Einstein):

- O docente precisa apontar, claramente, as conexões e contextos que podem haver entre Picasso e Dalí e suas pinturas com as descobertas científicas do período;

- Faz-se necessário deixar claro que, em nenhuma hipótese, uma pintura tem a obrigação de explicar/explicitar um conceito/ideia/teoria física – contudo, analogias podem ser feitas (LOPES; MARTINS, 2009).
- Não há um número limitado para os discentes em sala de aula, desde que o docente possa fazer uma boa contextualização entre Dali e Picasso e Einstein, uma aprendizagem mais contextualizada poderá acontecer.

Após isso, o docente poderá trazer algumas exposições de pinturas e deixar os estudantes buscarem referências e singularidades nelas por conta própria (essas buscas podem, não necessariamente, ter uma conexão verídica com os fatos de Picasso e Dalí). Enquanto isso, o docente poderá levantar questionamentos sobre os ‘porquês’ de tais semelhanças e referências – provocando respostas mais complexas.

#### QUADRO 1 – LES DEMOISELLES DÁVIGNON

Metodologia: Por meio de um projetor ou por um quadro de verdade, o docente poderá mostrar a pintura aos discentes;

Mostrar quais foram as relações que Picasso teve com as descobertas físicas da época;

Questionar os possíveis motivos pelo qual as moças na pintura aparentam estar fragmentadas;

Problematizar a simultaneidade apresentado no quadro e a ideia teoria relativística de Einstein;

Como é apresentado o espaço pintado por Picasso no quadro? O que representa a fragmentação?

As máscaras apresentadas lhe comunicam algo?

A partir dessas questões, e após ouvir os próprios comentários dos discentes, poderá pedi-los uma reflexão escrita, no fim da aula, sobre como Pablo Picasso e Albert Einstein mudaram, cada qual de seu jeito, o mundo – e como os acontecimentos científicos influenciaram o mundo das artes.

## QUADRO 2- CASAS EM L'ESTAQUE

Metodologia: Para esta pintura, além de uma exposição do quadro, o docente poderá fazer uma breve exposição de sua dimensionalidade por meio de cubos: ao sobrepor um sobre o outro, criaria uma versão tridimensional do quadro que Braque queria mostrar.

Mostrar a relação entre Picasso e Georges Braque;

Problematizar as posições em que se encontram as casas;

Discussão sobre a semelhança com o quadro *lles demoiselles d'avignon*;

Trazer a ideia de simultaneidade de Albert Einstein;

Discutir sobre como Braque, também, compartilhava das ideias de Pablo Picasso sobre o tempo e a dimensionalidade.

Após essas reflexões, e após ouvir os próprios comentários dos discentes, o docente poderá iniciar um projeto com o tema 'casas l'estaque', em que os estudantes teriam que construir – em grupos, pequenas representações tridimensionais do quadro de Braque utilizando outros objetos (bolas, paralelepípedos...): por meio de maquetes, blocos de madeira ou mesmo isopor. Essa atividade ajudaria os estudantes a aproximar-se das ideias criativas tanto de Georges Braque como de Pablo Picasso em seu período do Cubismo Sintético.

## QUADRO 3 – SANTO RODEADO POR TRÊS MÉSONS PI

Metodologia: Para a pintura de Dalí, assim como outras de sua autoria, é válida uma exposição. Nessa exposição, o docente poderá levantar problematizações:

Qual a relação de Dalí com a física moderna;

De que modo é possível conectar a obra com as descobertas físicas da época?;

Qual era o contexto histórico e artístico da época quando a tela foi pintada?;

Que relação é possível estabelecer entre os mésons pi e a criação do santo?;

Peça para que os alunos da aula de física criem, cada um, uma pintura inspirada nas telas de Salvador Dalí e no Surrealismo e peça para conectarem com as descobertas físicas da época. Além do mais, com o auxílio de um professor de artes, para essa avaliação, peça para que sejam ensinados os principais métodos estilísticos para se pintar no segmento surrealista.

A avaliação poderá ser dada pela qualidade da pintura realizada e a sua explicação pelo contexto utilizado e uso de analogias.

Cada docente pode esbanjar-se perante sua criatividade e fazer uso de outros objetivos para assuntos diversos. Aqui, foi apresentado somente as discussões e atividades levantadas por algumas pinturas, contudo, o mesmo pode ser realizado com diversas outras.

## PROPOSTA 2 – SEMANA DA ARTE DE FÍSICA MODERNA

Como uma segunda proposta para ser praticada em sala de aula, propõe-se uma semana de arte voltada às produções artísticas com embasamento ou referências científicas durante os séculos XX e XXI. Pra essa semana, parcerias entre professores de arte e professores de física precisaria acontecer;

O professor de física, antes da semana de arte e física começar, relembriaria aos estudantes os principais acontecimentos científicos ocorridos na física moderna (em duas aulas); enquanto isso, o professor de artes explicaria os principais movimentos artísticos ocorridos na mesma época (em duas aulas);

A semana de arte e física teria uma duração de 40 minutos durante os 5 dias da semana (para cada turma) e serviria para que, com o auxílio de produções artísticas já discutidas neste trabalho, grupos de estudantes fariam apresentações temáticas ao longo da semana para o resto da turma e seus professores de física e arte:

## DIA 1: REFLEXÃO SOBRE A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO E A QUANTIZAÇÃO DA CARGA:

Reflexão sobre as ideias de Max Plack;

Utilizar pinturas de Salvador Dalí (*Galátea das esferas -1952*) como uma alusão a quantização da carga e mostrar pontos de convergência entre elas;

Lembrar quem foi Salvador Dalí;

Confeccionar outras formas de arte para ilustrar a radiação do corpo negro (outras pinturas, massa de modelar, formas de isopor...);

Problematizar *A desintegração da persistência da memória*.

## DIA 2: A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA:

Reflexão sobre a dicotômica história da luz: onda eletromagnética X efeito fotoelétrico;

Apresentação do quadro *Oposição* (S. Dalí), *Santo Rodeado por Três Mésons Pi* (S. Dalí) e entre outros e suas referências;

Análise da pintura *Cena Religiosa em Partículas* (1958);

Confecção de outras formas de como demonstrar a dualidade onda-partícula;

Explicar a divergência com a teoria clássica da luz.

## DIA 3 E 4: TEORIA DA RELATIVIDADE DE ALBERT EINSTEIN:

Para a teoria da relatividade de Einstein, propõe-se 2 dias por conter tanto ligações com Pablo Picasso como Salvador Dalí – portanto, 2 dias (80 minutos) soam suficientes.

Uma análise sobre quem foi Pablo Picasso e sua relação com o Cubismo;

Uma análise sobre quem foi Salvador Dalí e sua relação com o Surrealismo;

Explorar a teoria da relatividade de Einstein por intermédio da *Persistência da Memória e Relógio mole no momento da primeira explosão (1954)*;

Retratar o método cubista de pintura;

Analisar a pintura *Les Femmes d'Alger (O Grande Baie)* na ótica da Teoria Relativística;

Confeccionar pinturas e esculturas cubistas a fim de demonstrar a ideia de Picasso no quadro *Les Femmes d'Alger*;

Analisar a pintura *Casas em L'Estaque* de Braque.

#### DIA 5: CONFRATERNIZAÇÃO

Na aula de física, como comemoração do último dia da semana de arte da física moderna, os professores de física e artes poderiam se unir aos estudantes de física e fazerem uma breve recapitulação dos assuntos vistos em aula. Em seguida, comemorarem com aperitivos e decorações como um pequeno divertimento para o fim.

Essa comemoração precisaria ser advertida com antecedência aos estudantes, uma vez que eles teriam que contribuir com formas de aperitivos ou decoração para a sala de aula –aos professores também.

## 8 CONCLUSÃO

A física e a arte podem estabelecer uma ponte entre culturas que, para muitos, convém a ser de extremos opostos – viu-se não ser bem assim. A união de aspectos físicos com aspectos artísticos podem contribuir para uma melhor performance do ensino da física em sala de aula – ressalva-se que, mais uma vez, produções artísticas não possuem uma obrigação literal em explicitar conceitos/teorias de cunho físico, todavia, podem salientar influências e outros modos de representar esses conceitos em pauta por uma nova ótica. Essa nova ótica é um novo modo de ensino: interdisciplinar, como é exigido nos próprios parâmetros curriculares nacionais do Brasil.

Salvador Dalí, Pablo Picasso e George Braque foram artistas que demonstraram certos interesses por aquilo que, na época, a ciência (física) também tinha como interesse – houve uma convergência. Porém, deixa-se aqui que esses não foram os únicos artistas cujos interesses perpassaram a ciência: houve outros. Aos professores que tiverem interesse nos assuntos abarcados nesse trabalho, outros recursos podem ser encontrados, há outros artistas antecedentes e posteriores aos citados aqui que mantiveram ligações com a ciência.

É válido ressaltar que a interconectividade lançada (física e arte) pode tomar outros rumos além da sala de aula: a divulgação científica. A divulgação científica rompe barreiras e pode atingir públicos que, não necessariamente, estejam dentro do meio acadêmico. Crianças, jovens e adultos podem aprender assuntos que, muitas vezes, seriam tidos como complexos de uma maneira um pouco mais agradável e interdisciplinar – e até divertida.

Por fim, espera-se que algum dia haja livros que explorem mais a fusão que há entre o mundo das artes e o mundo das ciências, mas que por agora, que este trabalho tenha contribuído de alguma forma –mesmo que de maneira branda.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rodrigo Ronelli Duarte de; NASCIMENTO, Robson de Souza; GERMANO,, Marcelo Gomes. **INFLUÊNCIAS DA FÍSICA MODERNA NA OBRA DE SALVADOR DALÍ**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 3, dez. 2007.

ASSUNÇÃO, T. V. DE; NASCIMENTO, R. R. DO. **Alfabetização científica e a academia: um olhar sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 10, n. 3, p. 1-17, 21 jun. 2019.

BARBOSA, Ana Mae. **A imagem no ensino da arte: anos oitenta e novos tempos**. São Paulo: Perspectiva, 2008. 2ª reimpr. Da 6ª ed.

BARBOSA, Ana Mae (org.). **Inquietações e mudanças no ensino da arte**. São Paulo: Cortez, 2008.

BENUTTI, Maria Antonia; SILVA, José Marcos Romão da. **A RELAÇÃO DO CUBISMO COM AS GEOMETRIAS NÃO-EUCLIDIANAS**. GRAPHICA, Curitiba –PA, 2007.

FERNANDES, Rúbia de Fátima Antunes Martins; PIRES, Flaviston Ferreira; FORATO, Thaís Cyrino de Melo; SILVA, José Alves da. **Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, ago. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2000. \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média:

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais + - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Física**. Secretaria de Educação Média. Brasília: MEC – SEMTEC, 2002. 122p

BRONOWSKI, J. **Arte e Conhecimento, ver, imaginar, criar**. Editora Martins Fontes. São Paulo, 1983.

CACHAPUZ, Antonio F.; **Arte e Ciência no Ensino de Ciências; Interacções**, n.31, p. 43-44, 2014.

CARROL, Noël. **Philosophy of ART: A contemporary introduction**. Nova York e Londres: Taylor & Frances e-Library, 2002.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Edição 1ª. Editora Brasiliense, 1993.

DALÍ, S. **Anti-matter manifesto**. Carstairs Gallery, Nova York, Dezembro 1958 – Janeiro 1959.

DAMÁSIO, A. (1994). **O erro de Descartes**. Lisboa: Publicações Europa América.

GIL, D. P., SENENT, F., SOLBES, J. **Análisis crítico de la introducción de la física moderna en la enseñanza media**. Revista de Enseñanza de la Física, Rosario, v. 2, n. 1, p. 16-21, abr. 1988.

GOMBRICH, E. H. **A história da arte**. Reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

GOMES et al. **Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4402 (2011)

GOMPERTZ, Will. **Isso é arte? 150 anos de arte moderna do impressionismo até hoje**. Edição 1ª. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

HUGHES, Elena Maria O Neill. Carl Einstein: por uma outra leitura da forma. Tese (doutorado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de História, 2013.

KRANE, Kenneth S. **Modern Physics**. Edição 3ª. EUA: JOHN WILEY & SONS, INC, 2012.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de fresnel e as tentativas de detecção do movimento da terra, antes dos**

**experimentos de Michelson e Morley (1818-1880).** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. 1: p. 52-80, abr. 2015 2.

MILLER, A. I. **Einstein e Picasso: mera coincidência?** (Entrevista concedida a Luisa Massarani, Carla Almeida e José Claudio Reis). História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 223-31, outubro 2006.

MOREIRA, Maria C. Do Amaral; PEREIRA, Marcus Vinícius. **O que pensam licenciandos em física sobre o currículo do ensino médio?**. In: X Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias; 2017 Set 5-8; Sevilla; Andaluzia. Sevilla: Ens Ciên. 2017. p. 2565-2569.

OLIVEIRA, Alecsandra M. de. **Aproximações entre arte, comunicação e ciência em Mario Schenberg.** Universidade de São Paulo: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, 2009.

PAULO, I. J. C. de. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio.** Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997. Diss. Mestr. Educação.

PIETROCOLA, Maurício. **Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino.** Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 119-133, 2004.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: **Ciência e arte: relações improváveis?** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

ROSA, C. Werner da; ROSA, Álvaro Becker da.(2012). **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.** Revista Iberoamericana De Educación.

RUIZ, C. **Salvador Dalí and science. Beyond a mere curiosity.** Centre of Dalinian Studies. Gala-Salvador Dalí Foundation. Pasaje a la Ciencia, 2010.

SANTANA, Évila de Oliveira Reis. **ARTE E CIÊNCIA. *Sitientibus*,** Feira de Santana, n. 40, jan./jun. 2009.

SEE-PE. **Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco: Parâmetros Curriculares de Física – Ensino Médio.** Secretaria de Educação e Esportes.. Edição 1ª. Pernambuco: SEE, 2013.

SILVA, José Marcos Romão da; BENUTTI, Maria Antonia. **A RELAÇÃO DO CUBISMO COM AS GEOMETRIAS NÃO-EUCLIDIANAS.** Editora UNESP, São Paulo, 2007.

SILVA, Patrick O.; KRAJEWSKI, Larissa L.; LOPES, Hewdy de S.; NASCIMENTO, Douglas O. **Os desafios no ensino e aprendizagem da física no ensino médio.** Rev Cient Fac Educ e Meio Ambiente [Internet]. 2018; 9(2): 829-834. doi: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i2.593>.

SILVA, Claudio Xavier da.; FILHO, Benigno Barreto. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna.** Edição 1ª. São Paulo: FTD, 2010.

SNOW, C. P. **The two cultures.** Cambridge University Press. Cambridge, 1993.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **A INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA DE 2º GRAU.** Cad.Cat.Ens.Fís., Florianópolis, v.9,n.3: , dez.1992.

TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna.** Edição 6ª. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TRINGALI, Dante. **ITINERÁRIOS–Revista de Literatura** (n.1), UNESP, 1990.

WILLIAMS, Raymond. **Keywords: A vocabulary of culture and society.** Edição revisada. Nova York: Oxford University Press, 1985.

ZANETIC, João. **Física e Arte: uma ponte entre duas culturas.** Pro-Posições, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr. 2006