



# PHYSICÆ ORGANUM

**v. 5, n. 1 (2019)**

**FÍSICA E SOCIEDADE**

<http://periodicos.unb.br/index.php/physicae/issue/view/1713>

## **NESTA EDIÇÃO**

**POLÍTICAS ONTOLÓGICAS E O PROBLEMA DA INTERDISCIPLINARIDADE  
ENTRE CIÊNCIAS SOCIAIS E A SOCIOFÍSICA**

MARINA OLIVEIRA SILVA

**A FÍSICA NOS MODELOS DE UNIVERSIDADE**

LEONARDO LUIZ E CASTRO, FABIO LUIS DE OLIVEIRA PAULA

**UMA PROPOSTA DE MEDIAÇÃO: O USO DO SOFTWARE TRACKER NO ENSINO DE FÍSICA**

PALTON LIMA ALVES, MARCELLO FERREIRA, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ACÚSTICA**

MARCELLO FERREIRA, JOÃO VÍTOR DA SILVA ROCHA, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO

**PROPOSTA DE PLANO DE AULA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

MARCELLO FERREIRA, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO

**A APLICAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS PARA ALUNOS DO ÚLTIMO ANO  
DE UM CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES**

LARISSA DOS SANTOS BORN, MARCELLO FERREIRA, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO

## **EXPEDIENTE**

Editor gerente

Olavo Leopoldino da Silva Filho

Editores

Marcello Ferreira  
Leonardo Luiz e Castro

Editoras associadas

Raíssa Benvindo  
Giordana Andrade

Editores de layout e capa

Fabio Luis de Oliveira Paula  
Leonardo Luiz e Castro

## Nota editorial

A presente edição teve sua composição final realizada posteriormente à sua publicação original, com o objetivo de padronização editorial e atribuição de identificadores digitais (DOIs) aos artigos. Esse processo não alterou o conteúdo dos trabalhos originalmente publicados.

A equipe desta edição foi composta por Olavo Leopoldino da Silva Filho como editor gerente, Marcello Ferreira e Leonardo Luiz e Castro como editores, Raíssa Benvindo e Giordana Andrade como editoras associadas, e Fabio Luis de Oliveira Paula e Leonardo Luiz e Castro como editores de layout e capa.

A equipe editorial agradece à Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE/UnB) pelo apoio na configuração e no registro dos DOIs da revista, especialmente à bibliotecária Luísa Chaves Café.

— Leonardo Luiz e Castro, responsável pela composição final, 2026

## Editorial Note

This issue had its final composition prepared after its original publication, with the aim of editorial standardization and the assignment of digital object identifiers (DOIs) to the articles. This process did not alter the content of the originally published works.

The editorial team for this issue consisted of Olavo Leopoldino da Silva Filho (Managing Editor), Marcello Ferreira, and Leonardo Luiz e Castro (Editors), Raíssa Benvindo, and Giordana Andrade (Associate Editors), Fábio Luís de Oliveira Paula, and Leonardo Luiz e Castro (Layout and Cover Editors).

The editorial team thanks the Central Library of the University of Brasília (BCE/UnB), especially librarian Luísa Chaves Café, for their support in configuring and registering the journal's DOIs.

— Leonardo Luiz e Castro, responsible for the final composition, 2026

## **Apresentação**

A *Physicae Organum* vem, a partir deste número, com novo leiaute. Com a adesão de novos editores à equipe, foi feita uma repaginação total da apresentação da revista. Esperamos que o leitor aprove.

Este número conta com diversos artigos, o que indica que a revista tem sido prestigiada por professores e estudantes de variadas universidades. A temática "Física e Sociedade" indica a abrangência e a articulação dos temas da revista às diversas áreas aplicadas da física, em particular ao ensino.

Atenciosamente,

Os Editores.

## Sumário

1	POLÍTICAS ONTOLÓGICAS E O PROBLEMA DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE CIÊNCIAS SOCIAIS E A SOCIOFÍSICA	1
2	A FÍSICA NOS MODELOS DE UNIVERSIDADE	10
3	UMA PROPOSTA DE MEDIAÇÃO	22
4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ACÚSTICA	27
5	PROPOSTA DE PLANO DE AULA PARA O ENSINO DE FÍSICA	39
6	A APLICAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS PARA ALUNOS DO ÚLTIMO ANO DE UM CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES	45



# POLÍTICAS ONTOLÓGICAS E O PROBLEMA DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE CIÊNCIAS SOCIAIS E A SOCIOFÍSICA

ONTOLOGICAL POLITICS AND THE PROBLEM OF THE  
INTERDISCIPLINARITY BETWEEN SOCIAL SCIENCES AND  
SOCIOPHYSICS

MARINA OLIVEIRA SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Licenciatura em Ciências Sociais na Universidade de Brasília

---

## Resumo

*O objetivo do artigo é traçar como está sendo feito - ou não - o diálogo entre ciências sociais e a sociofísica. Através das discussões de política ontológica (MOL, 2007), buscarei compreender como a área da sociofísica - uma disciplina do campo da física, que se esforça para abranger estudos físicos e fenômenos sociais - performa o entendimento de um dado fenômeno social, e neste caso a dinâmica de opinião. Traçarei um paralelo com os estudos sociais, a fim de constatar as diferentes performatividades. A metodologia utilizada foi a de observação participativa, entrevista e revisões bibliográficas sobre a área. Percebi que o diálogo entre os campos das ciências sociais e a física se dá de maneira precária.*

**Palavras-chave:** *sociofísica, ciências sociais, sociologia da ciência, interdisciplinaridade.*

---

## Abstract

*The purpose of this article is to delineate the dialogue between social sciences and sociophysics, as it is being currently done. Through the discussions of ontological politics (MOL, 2007), I will try to understand how the area of sociophysics – a discipline of the field of physics, which strives to encompass physical studies and social phenomena – performs the understanding of a given social phenomenon, the dynamics of opinion in this case. I shall draw a parallel with the social studies, in order to verify the different performativities. The methodology used was participatory observation, interview and bibliographical review of the field. I perceived that the dialogue between the fields of social sciences and physics is presently precarious.*

**Keywords:** *sociophysics, social sciences, sociology of science, interdisciplinarity.*

## I. INTRODUÇÃO

Analisando o desenvolvimento histórico do campo da sociologia e antropologia, percebe-se que a interdisciplinaridade entre as ciências sociais e naturais existiu em um dado momento. Auguste Comte (1798-1857) compreendia a sociologia como uma espécie de “física social”. Ele buscava captar os fenômenos sociais de maneira generalizante e objetiva, a fim de conseguir um ordenamento social (LAKATOS; MARCONI, 1997). Herbert Spencer (1820-1903) tentou compreender as atividades humanas por meio de leis evolucionistas. Ele dialogava com a teoria evolucionista Darwiniana, e fazia uma analogia da sociedade como sendo uma espécie de “organismo biológico” (LAKATOS; MARCONI, 1997). Sendo assim, em algum momento esse diálogo havia sido estabelecido de alguma forma.

Trazer a tona a noção de interdisciplinaridade entre as áreas de ciências sociais e ciências naturais configura-se como um grande desafio. As ciências sociais (sociologia e antropologia), no século XIX, começam a tentar se firmar enquanto uma área científica, com fortes influências da filosofia positivista de Auguste Comte. Enquanto isso, as ciências naturais já caminhavam a passos largos, com grandes teorizações e descobertas nos campos da física, astronomia, química, matemática e biologia. No decorrer do século XX, as áreas científicas passam por um processo de especialização e acabam se heterogeneizando entre si (DUARTE, 2014). Os campos passam a se fechar cada vez mais, e os diálogos entre áreas vão se tornando difíceis.

Por um processo de especialização, problematização e reformulação dos pressupostos teóricos e metodológicos das ciências sociais, percebe-se um afastamento das concepções que tentam encarar os fenômenos sociais e a sociedade por meio de paradigmas do positivismo científico, darwinismo social e evolucionismo cultural. Sendo assim, os campos das ciências sociais e naturais se afastam drasticamente, sendo muito difícil o estabelecimento de qualquer tipo de interlocução, uma vez que em alguns casos estes paradigmas serviram para legitimar teorias racistas, eugênicas e etnocêntricas.

Diante da dificuldade que se estabelece, a partir de uma interlocução entre campos hoje, a noção de interdisciplinaridade entre ciências sociais e a física, em específico, se dá de forma bem delicada. Segundo San Miguel a interdisciplinaridade se apresenta como:

[...] un espacio no colonizado entre dos disciplinas establecidas, que a veces implica crear nuevos campos o ciencias que con el paso del tiempo se convierten en algo tradicional. Los temas que trata están al borde, en la frontera. Un ejemplo, el de la temperatura a la que hierve el agua. Si queremos entender por qué hierve a 100° C podemos pensar que un especialista en Química Molecular y un ingeniero de fluidos (equipo multidisciplinar) pueden resolver el problema. Pero no bastaría, porque la explicación no está ni el comportamiento individual de la molécula de agua ni en la mecánica de fluidos, sino a medio camino. Son necesarias formas de pensar ajenas a esas dos especializaciones. Si queremos conocer el funcionamiento de la Wikipedia, recurriremos a un sociólogo, un lingüista, pero sobre todo a un científico con la voluntad de transferir conocimiento de un sitio a otro y de desarrollar las técnicas y los conceptos necesarios. La investigación interdisciplinar busca cruzar fronteras entre campos establecidos.

(SAN MIGUEL, 2011)

Sendo assim, a sociofísica emerge como uma área de possível diálogo entre campos, uma vez que ela se esforça para abranger estudos físicos e fenômenos sociais (BALL, 2002).<sup>1</sup> Enquanto uma disciplina no campo da física, é uma área que tenta aplicar modelos físicos, na compreensão de algum fenômeno social específico. Um dos seus principais defensores é Serge Galam, que em 1982, junto com outros cientistas, publicou um artigo (GALAM; GEFEN; SHAPIR, 1982) para declarar a sociofísica como um novo campo da física. Em suas reflexões, ele indica que não conseguiu estabelecer qualquer diálogo com cientistas sociais (GALAM, 2004). A área estabelece interlocuções com a matemática, estatística, economia (como é o caso da Econofísica) e até mesmo a geologia (D'ORSOGNA; PERC, 2015).

Dentro da sociofísica, analisarei os estudos sobre modelagem de dinâmica de opinião. Tentarei compreender como os/as cientistas da área estão trabalhando para desenvolver os modelos físicos, que buscam captar as transformações de opinião na sociedade, e traçarei um paralelo de como, de maneira geral, as ciências sociais vão lidar com este fenômeno em específico.

Adianto que, ante todo um cenário de desconfiança e desconforto entre os campos, o argumento central do texto, diz respeito a como os diálogos não estão sendo feitos. A medida que se percebe uma falta de mobilização dos/as atores, em busca do estabelecimento dessa interlocução. Também podemos encarar os campos a partir da concepção de diferentes ontologias.

A discussão sobre política ontológica é fomentada, principalmente, por John Law e Annemarie Mol. Nesse sentido, vou me ater, fundamentalmente, na discussão do artigo "Política ontológica. Algumas ideias e várias perguntas" (MOL, 2007). Lá, a autora irá discutir sobre como que o "real" está atrelado ao "político", sendo a realidade moldada pela ação. Assumindo que a realidade é feita, e localizada dentro de uma conjuntura histórico, social e cultural, podemos assim dizer que as realidades são múltiplas. As ontologias, no plural, são diferentes, e não visões diferentes de um único mundo (perspectivismo). A partir da compreensão de que existem diferentes ontologias, Mol irá pontuar sobre a performatividade e a intervenção.

No caso específico que irei estudar, os objetos aparecem enquanto fenômenos sociais. Sendo assim, as ciências sociais irão performar essas objetos de uma forma, enquanto a sociofísica irá performar de outra diferente. Esses objetos não são iguais, mas coexistem, e a partir do momento que eles se chocam, alguns problemas começam a surgir. Irei discutir sobre os métodos empregados na pesquisa, e posteriormente farei uma análise crítica da sociofísica, por meio da revisão teórica. Em seguida, irei discutir os dados da pesquisa, o modelo de dinâmica de opinião, juntamente com a análise teórica de política ontológica. Terminarei fazendo algumas indagações sobre os problemas do choque das ontologias, levando em consideração que a noção de interdisciplinaridade ainda não consegue se sustentar, nesse caso.

---

<sup>1</sup>Segundo Ball (2002), uma visão mecanicista do mundo começou a se desenvolver na antiga filosofia grega. A ideia de modelagem social baseada na física, é anterior a Newton.

## II. MÉTODOS

Os métodos que tentei desenvolver no decorrer da pesquisa dizem respeito, em primeiro lugar, a observação participante, onde fui convidada por um professor do Instituto de Física da Universidade de Brasília, a participar das discussões que estavam sendo desenvolvidas em uma disciplina de seminários (Econofísica e Sociofísica). Nessa disciplina, cada aluno/a apresentaria um texto, que dizia respeito a Econofísica e a Sociofísica, e assim, os debates poderiam ser traçados. Não consegui compreender tão bem o que estava sendo discutido em alguns momentos, uma vez que não tinha o conhecimento sobre a linguagem matemática e de modelos físicos, que estava sendo discutidos ali. Meu esforço foi tentar captar outras coisas que ficavam implícitas naquelas discussões, dentre elas, qual era a relação que os/as autores/as estavam desenvolvendo com os fenômenos sociais. A minha preocupação se deu em tentar entender não o modelo em si, mas o que está por trás do modelo, seu aspecto social intrínseco.

Como não tinha mais tanto tempo para frequentar os seminários, e gostaria de entender melhor o que estava sendo discutido, optei por fazer um revisão bibliográfica sobre um estudo em específico da área de sociofísica, o de modelos de dinâmica de opinião. Outra ferramenta que eu utilizei diz respeito a realização de uma entrevista com o professor que havia me convidado para frequentar as aulas. Entrei em contato com ele, e ele foi muito solícito em me ajudar com a pesquisa. A partir de algumas de suas falas, e as leituras que tentei desenvolver sobre a área, percebi algumas consonâncias diante da grande dificuldade em desenvolver os diálogos com as ciências sociais.

Gostaria de deixar exposto aqui algumas limitações metodológicas. Não consegui adentrar perfeitamente o campo, para conseguir dados mais concisos, como mais entrevistas e mais revisões bibliográficas sobre o tema. Além disso, em muitos momentos não consegui captar muito bem as discussões, uma vez que me faltava domínio sobre a linguagem física e matemática.

## III. UMA ANÁLISE SOBRE A SOCIOFÍSICA E O CONTRASTE COM AS CIÊNCIAS SOCIAIS

No artigo "*Sociophysics: a new approach of sociological collective behaviour. I. Mean-behaviour description of a strike*" (GALAM; GEFEN; SHAPIR, 1982), os autores declaram uma espécie de "manifesto interdisciplinar", onde é defendido que a física tem aporte metodológico para ser usada enquanto uma ciência que pode estudar comportamentos humanos. Seus conhecimentos não deverão, assim, ser apartados da sociologia e/ou da psicologia.

Para eles, os comportamentos coletivos, estudados pela sociologia, poderiam ser compreendidos fazendo uma analogia com o comportamento de partículas correlacionadas em um sistema físico, por exemplo. Os autores irão pontuar que é necessário adaptar alguns parâmetros físicos de caráter macro e microscópico, para tentar explicar a variabilidade de comportamentos humanos que se dão de maneira muito complexa.

Com os avanços do entendimento de sistemas complexos (MARTINS; TORAL, 2012) e dos fenômenos críticos na física (GALAM; GEFEN; SHAPIR, 1982; GALAM, 2004), alguns cientistas viram a possibilidade de elaborar modelos físicos que se aplicassem à sociedade.

Esses modelos descreveriam vários tipos de comportamentos sociais e deveriam ser, de certa forma, “universalizantes”. E aqui entende-se universalizantes, não no sentido de explicar a sociedade como um todo, mas sim no sentido de explicar dado fenômeno coletivo, de maneira simples e abrangente.

A problemática de se analisar esses fenômenos de forma universalizante é o seu caráter massificador. O modelo a ser criado vai tentar entender um aspecto coletivo, ao passo que o aspecto individual passa a ter pouca relevância nos dados. Porém, o próprio aspecto coletivo pode apresentar particularidades e especificidades, que arriscam-se ser ignoradas na busca de um modelo mais abrangente. Para a criação de um modelo físico, que irá entender dado fenômeno, é necessário pontuar algumas variáveis, ao passo que algumas outras variáveis serão ignoradas. Isso depende de como o modelo vai ser criado, sua aplicabilidade e interpretação.

O caráter universalizante, para um/a sociólogo/a ou antropólogo/a, não faz qualquer sentido, uma vez que as particularidades, que são vistas como irrelevantes, e podem ser ignoradas em um modelo, poderão servir para dar mais sentido em sua análise. Os dados gerais obtidos por meios estatísticos, podem se configurar como muito importantes em dado estudo social, mas a análise qualitativa daqueles dados, são fator preponderante para um/a cientista social.

Nas conversas que tive com o professor de física, ele me explicou que, se um modelo apresenta falhas, isso significa que algum fator foi desconsiderado. Nesse caso, o modelo deve ser descartado, revisto ou aplicado somente em condições restritas em que tem alguma utilidade. Mas os modelos em si não conseguem explicar as situações sem serem analisados e interpretados (STAUFFER, 2005).

#### IV. O CASO DOS MODELOS DE FORMAÇÃO DE OPINIÃO E A POLÍTICA ONTOLÓGICA

A partir da discussão sobre sistemas complexos, e usando técnicas computacionais e analíticas, os/as físicos/as tentam compreender como, por meio da interação entre agentes, as opiniões podem se alterar. As redes de interação também podem influenciar na forma que as opiniões se transformam. Levando em consideração como diferentes aspectos podem influenciar na mudança e formação de opiniões, vários modelos são criados e revistos para que aspectos diferentes possam ser estudados. Os principais modelos utilizados pelos/as cientistas são: Sznajd (2000); Deffuant et al. (2000); Hegselmann-Krause (2002); e variações do modelo de tipo Ising (1925) (MARTINS; TORAL, 2012; STAUFFER, 2005).

Os modelos também podem ser desenvolvidos para tentar entender a hierarquia em sistemas democráticos, e as coalizões que são criadas para que diferentes opiniões – que estão em um espectro mais próximo – possam ser levadas em consideração (STAUFFER, 2005; LAGUNA et al., 2005).

Existem algumas diferenças pontuais entre os modelos. Alguns se apresentam enquanto modelos contínuos, onde cada agente pode expressar sua opinião dentro de um espectro de infinitos valores possíveis. Enquanto outros são chamados de modelos discretos, onde existe uma limitação na quantidade de opções disponíveis.

A forma como os agentes interagem nesses modelos também é diferente. Por um

lado os contínuos apresentam valores de aproximação da opinião entre os agentes, nos modelos discretos as opiniões são influenciadas pela vizinhança ou por imposição da maioria (MARTINS; TORAL, 2012; STAUFFER, 2005; SAVOY, 2012).

Na leitura que tive sobre esses estudos em específico, o que pude constatar é que os/as cientistas, por mais que estejam preocupados em definir as redes de interação, irão se ater principalmente nos dados quantitativos da pesquisa. Ou seja, os usos da linguagem matemática e o caráter estatístico, vão se configurar como sendo a parte primordial no desenvolvimento do modelo físico, enquanto a análise do problema/fenômeno social, se demonstra como uma questão muito vaga.

As opiniões em si não aparecem na discussão de modelagem de dinâmica de opinião, sendo feitas algumas referências, mas apenas como exemplos. Então, é assumido que existem opiniões diferentes, em vários níveis. Os/as cientistas reconhecem essas diferenças, mas não é relevante pontuar quais são elas na criação do modelo. As diferentes opiniões se transformam em variáveis que se encaixam em uma equação. Essas opiniões podem se fragmentar em uma série de aspectos econômicos, sociais, históricos, dentre outros, mas tudo isso pode (ou não) se transformar em variáveis de uma equação.

Nas poucas vezes que compareci na disciplina, um total de duas vezes, notei que as prioridades dos/as autores/as e dos/as alunos/as se tornavam cada vez mais aparentes. Percebi que as discussões eram muito voltadas nas áreas das linguagens matemática/estatística, além dos próprios modelos físicos empregados, sendo que as discussões sobre os problemas/fenômenos sociais em si se configuraram como discussões secundárias. O professor me falou sobre o esforço que ele tinha empregado para tentar fazer com que as discussões levassem em consideração as dimensões sociais, culturais e econômicas dos problemas, mas por uma falta de conhecimento sobre as teorias sociológicas e econômicas sobre o assunto, alguns/algumas alunos/as se detiveram nas dimensões de modelagem física/estatística e linguagem matemática.

A discussão de política ontológica traçada por Mol (MOL, 2007), prevê que, na construção das realidades, se reconheçam ontologias diferentes, ou seja, realidades múltiplas e várias formas de performar e intervir nessas realidades. Essas formas de performar podem interagir entre si, e não, necessariamente, se sobrepõem umas às outras. Elas coexistem.

Assumindo a dificuldade de interlocução entre as ciências sociais e a sociofísica, e compreendendo que as mesmas podem ser entendidas como ontologias diferentes, fica mais fácil estabelecer os limites de compreensão e performatividade das duas áreas. No caso do modelo de dinâmicas de opinião, para um/a físico/a a preocupação está em traçar as dimensões físicas e estatísticas do problema, transformar os aspectos em variáveis matemáticas e equações, enquanto para um/a cientista social, a sua análise pode até levar em consideração os dados estatísticos, mas a sua indagação será com relação à análise qualitativa desses dados – o que estaria por trás dos números, gráficos e equações –.

As realidades que serão construídas e performadas por diferentes cientistas (sociais e físicos/as) não estão somente no âmbito da observação, mas também da vivência e ação (MOL, 2007). A construção e manipulação da realidade performática de um/a cientista social se dá por vias dos aspectos culturais, históricos, políticos, econômicos e sociais. Por outro lado, a construção da performatividade dos/as físicos/as passam pelo crivo social, uma vez que a comunidade científica é formada de agentes sociais e políticos com comprometimentos

específicos (BOURDIEU, 2003; KUHN, 1975) e suas ações também têm influência no meio social (SAVOY, 2012). Entretanto, quando se analisa o campo da sociofísica, que está se detendo em tentar entender o comportamento coletivo (GALAM; GEFEN; SHAPIR, 1982), as variáveis econômicas, sociais, culturais, históricas e políticas são manipuladas para se transformar em números, gráficos, equações, modelos físicos e estatísticos. Então a realidade física difere da realidade da ciência social, uma vez que a manipulação do que é o real e a própria realidade se dá de forma diferente, por instrumentos de compreensão diferentes.

Mas, mesmo entendendo que são performances diferentes, não existe uma que seja certa ou errada. Na realidade, o que existem são opções diferentes de performar as realidades. Por um lado, uma opta pelas disposições quantitativas, enquanto a outra opta por análises qualitativas. Os seus usos vão depender da intenção e ação dos agentes.

O que percebo, é que o diálogo ainda é pensado de forma muito fragmentada. Existe uma falha na comunicação de ambas as partes, uma vez que um lado não consegue entender o outro. Dificilmente as áreas se forçam para que esse entendimento aconteça. No caso específico dos modelos de opinião:

(...) a área da formulação de modelos de opinião mantém um carácter exploratório, em que a previsão ou confronto com dados empíricos raras vezes tem sido o objectivo da investigação, prevalecendo modelos dificilmente testáveis, baseados em vagas analogias com fenómenos sociais  
(MARTINS; TORAL, 2012)

Sendo assim, as dificuldades em se pensar um diálogo entre os campos, podem se dar:  
1<sup>o</sup> –no grande impasse que é compreender os modelos físicos, para um/a cientista social;  
2<sup>o</sup> –pelo grande desconforto, ou desinteresse que os campos têm em dialogar entre si.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reconhecendo as limitações de cada campo, não pretendo aqui reforçar qualquer ideia de sobreposição entre mundos. O meu movimento se deu a partir do grande estranhamento que tive em buscar entender a sociofísica. Acredito que os esforços para isso não devam se esgotar por aqui.

Os Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia têm se esforçado em traçar diversas teorias que busquem compreender sobre a produção do conhecimento científico, em amplos aspectos. O que poderia ser feito de alguma forma diz respeito a tentar desvendar, mais detidamente, o que a sociofísica está fazendo enquanto uma área que tenta estudar fenômenos sociais por meio de modelos físicos e estatísticos. Foi um esforço que tentei fazer neste artigo, de alguma forma.

Se cientistas sociais começarem a se interessar sobre o entendimento da linguagem que a sociofísica está empregando para captar os fenômenos sociais, poder-se-ia pensar, ou não, um possível movimento de diálogo. (Esse movimento de escolha em dialogar partiria dos interesses de cada campo.)

As ciências sociais, em alguns momentos, recorrem a dados estatísticos nas suas pesquisas, mas será que realmente existe uma necessidade do uso dos modelos físicos nas suas análises? Ou será que os modelos físicos realmente precisam de tentar compreender as teorias sociais e culturais?

O que fica muito evidente, ao meu ver, é que os/as cientistas sociais, diante de um passado histórico controverso, rejeitam performatividades de fenômenos sociais que levem em consideração uma visão de que os fenômenos poderiam ser captados e ordenados por meio de análises físicas, matemáticas ou biológicas, uma vez que compreendem que as relações sociais são muito complexas para serem encaixadas nesses sistemas. Além do perigo que essas abordagens podem apresentar, no sentido de poderem ser universalizantes, elas ainda podem servir para legitimar discursos problemáticos (TALLBEAR, 2013).

A partir da colisão entre esses dois mundos – o da sociofísica e das ciências sociais – o que me ficou como um questionamento diz respeito sobre “onde vamos encaixar os estudos sociais e culturais a partir de uma compreensão de um mundo baseada em dados estatísticos e modelos físicos?”. Talvez este nem seja o principal aspecto que possa ser problematizado, já que reconheço as diferentes realidades performadas. O que poderia se pensar, diz respeito a existência dos pontos de convergência dentro dessas áreas. Mas, será que o ponto em comum somente diz respeito aos objetos de estudo? (os fenômenos sociais)

De qualquer forma, não tenho uma resposta para as perguntas, e no momento, não consigo ver o diálogo de maneira concreta, pois, principalmente, os/as cientistas sociais não estão preocupados em estabelecer interlocuções com os/as físicos/as que estudam a sociofísica, ao passo que o movimento inverso também acontece. Apesar de algumas tímidas colaborações entre as áreas (MARTINS; TORAL, 2012).

Uma última indagação a se fazer é “Ainda é possível um diálogo autêntico entre cientistas sociais e físicos/as que estudam sociofísica?”.

## VI. AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao professor Leonardo Luiz e Castro, por toda disponibilidade em ajudar na construção e revisão deste trabalho, sua colaboração foi de grande importância. Agradecer ao editor gerente da revista, professor Olavo Leopoldino da Silva Filho, por me ceder este espaço para publicação. Ao professor Tiago Ribeiro Duarte, pelos comentários e críticas. E finalmente a minha amiga e pesquisadora Zane do Nascimento, pelas contribuições intelectuais e apoio emocional.

## REFERÊNCIAS

BALL, P. The physical modelling of society: a historical perspective. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 314, n. 1-4, p. 1-14, 2002. 3

BOURDIEU, P. *Usos sociais da ciência*. São Paulo & Paris: Unesp, 2003. 7

D'ORSOGNA, M. R.; PERC, M. Statistical physics of crime: A review. *Physics of life reviews*, v. 12, p. 1-21, 2015. 3

DUARTE, T. R. Colaboração interdisciplinar e expertise interacional. In: *38º Encontro Anual da Anpocs*. [S.l.: s.n.], 2014. 2

GALAM, S. Sociophysics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 336, n. 1-2, p. 49–55, 2004. 3, 4

GALAM, S.; GEFEN, Y.; SHAPIR, Y. Sociophysics: A new approach of sociological collective behaviour. i. meanbehaviour description of a strike. *Journal of Mathematical Sociology*, v. 9, n. 1, p. 1–13, 1982. 3, 4, 7

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectivas, 1975. 7

LAGUNA, M. F. et al. The dynamics of opinion in hierarchical organizations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 351, p. 580–592, 2005. 5

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. *Sociologia geral*. São Paulo: Atlas, 1997. 2

MARTINS, T. V.; TORAL, R. Dividir para reinar. *Sociologia*, v. 23, p. 239–250, 2012. 4, 5, 6, 7, 8

MOL, A. Política ontológica: algumas ideias e várias perguntas. In: NUNES, J. E. R. R. (Ed.). *Objectos impuros: experiências em estudos sociais da ciência*. Porto: Afrontamento, 2007. 1, 3, 6

SAN MIGUEL, M. *Una cosa es saber que algo pasa y otra muy diferente es saber por qué*. El Mundo, 2011. Na data da publicação, o editor da *Physicae Organum* encontrou o texto em <https://www.elmundo.es/elmundo/2011/02/08/baleares/1297155688.html>, mas não mais na página a seguir, citada pela autora. Disponível em: <<http://ifisc.uibcsic.es/outreach/showfile.php?fid=309>>. Acesso em: 5 dez. 2018. 3

SAVOY, D. P. *A dinâmica de opinião dos debates públicos em redes sociais complexas*. 108 p. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 6, 7

STAUFFER, D. Sociophysics simulations ii: opinion dynamics. *AIP Conference Proceedings*, AIP, p. 56–68, 2005. 5, 6

TALLBEAR, K. Genomic articulations of indigeneity. *Social Studies of Science*, v. 43, n. 4, p. 509–533, 2013. 8



# A FÍSICA NOS MODELOS DE UNIVERSIDADE

## PHYSICS IN THE MODELS OF UNIVERSITY

LEONARDO LUIZ E CASTRO \* FABIO LUÍS DE OLIVEIRA PAULA 

Instituto de Física, Universidade de Brasília

---

### Resumo

*Ao longo dos séculos, vários modelos de universidade surgiram como adaptações a circunstâncias sociais, políticas, culturais e históricas. Fazemos aqui um breve histórico dos modelos de universidade mais importantes para nossa realidade nacional, destacando o lugar da Física e das ciências naturais nesses modelos. As universidades de Bolonha e Paris, comumente citadas como as primeiras universidades, já apresentavam diferenças importantes quanto à organização, financiamento e campos de estudo. Mais tarde, muitas universidades depararam-se com a oposição entre pesquisa e profissionalização, entre financiamento público e privado, entre currículo rígido e liberal, entre ciência pura e aplicação, entre ampliação do acesso e investimento em qualidade. Essas e outras questões foram resolvidas de diferentes formas por diferentes universidades e as soluções mais célebres configuraram modelos de funcionamento para novas instituições. O conhecimento desses modelos pode tornar mais produtivas as discussões sobre o ensino de Física, assim como de outras disciplinas.*

**Palavras-chave:** Física. História. Universidade. Modelos de universidade.

---

### Abstract

*Over the centuries, various university models have emerged as adaptations to social, political, cultural, and historical circumstances. Here we give a brief history of the most important university models for our national reality, highlighting the place of physics and natural sciences in these models. The universities of Bologna and Paris, usually cited as the first universities, already presented important differences regarding institutional organization, financial model and fields of study. Later, many universities faced the trade-off between research and professionalization, between public and private funding, between rigid and liberal curricula, between pure science and application, between increasing access and investing in quality. These and other issues were solved in different ways by different universities and the most famous solutions have set up working models for new institutions. Knowledge of these models can make discussions about teaching of physics, as well as of other disciplines, more productive.*

**Keywords:** Physics. History. University. Models of university.

---

\*Autor correspondente (lcastro@unb.br).

## I. INTRODUÇÃO

Qualquer professor de Física ouvirá, cedo ou tarde, a pergunta “Para que tenho que estudar isso?” e tentará citar algumas aplicações ao alcance do entendimento do aluno, que fitará o professor com olhos céticos. Um professor universitário ouvirá essa questão com menor frequência que um professor de ensino médio. Por outro lado, pode ter que justificar a existência do próprio curso de física perante a sociedade e as instituições, que facilmente valorizam a física na formação de engenheiros, mas frequentemente consideram a física pura como inútil erudição.

Se propriamente feita, essa discussão acabará levando à questão da função da universidade. Produzir ou questionar? Formar técnicos ou intelectuais? Quem pesquisar rapidamente sobre o assunto achará ideias as mais divergentes. Por exemplo, o jornalista Paulo Francis certa vez disse que “a função da universidade é criar elites e não dar diplomas a pés-rapados” (LEITE, 2018?). Por outro lado, a professora Marilena Chauí afirmou que “o papel da universidade é ser uma parte da luta de classes” (RODRIGUES, 2017). Obviamente, a opinião a respeito disso depende do posicionamento político de cada pessoa. No entanto, essa opinião depende também do *modelo de universidade* ao qual ela adere, ainda que inconscientemente. Ideais de diversas épocas influenciaram a formação das universidades com o que viria a ser conhecido como *modelos de universidade* (CASTANHO, 2002; ZGAGA, 2009; PAULA, 2019). Esses modelos, em sua maioria, não foram fundados como tal, mas identificados *a posteriori*. Fazemos aqui uma breve descrição desses modelos, identificando o lugar das ciências naturais, especialmente o da física, em cada um deles.

## II. AS ORIGENS DA UNIVERSIDADE

A relação entre as palavras “universidade” e “universal” parece evidente. Afinal de contas, universidade é um lugar onde se estuda de tudo. No entanto, essa associação é um pouco enganosa, pois a palavra tem origem na expressão *universitas magistrorum et scholarium* (RUBIÃO, 2013), que significa “corporação de professores e estudantes”. A palavra latina *universitas* não descrevia somente corporações relacionadas ao ensino, mas corporações de profissionais dos mais variados tipos. Mas não se sinta tão mal se você relacionava “universidade” com “universal”, pois *universitas* também significava “o todo” antes de ter o sentido de “corporação”. E talvez a ideia de “universal” tenha contribuído para que a palavra *universitas* tomasse o lugar de *studium* que denominava as escolas medievais (“*studia generale*”), consideradas como precursoras da universidade (BRITANNICA, 2016b).

Pode-se argumentar que a origem da palavra “universidade” não é o mesmo que a origem da universidade em si. De fato, apontar a primeira universidade é como apontar o primeiro físico. A resposta depende muito de como se define o conceito. Embora o conceito de “físico(a)” como profissão tenha sua origem no século XIX, é comum ver Arquimedes, Galilei ou Newton citados como físicos. Quanto à primeira universidade, sem muito esforço pode-se achar citada a Academia de Atenas (KAMPOURIS, 2018), instituições islâmicas (DERIWALA, 2014), entre outras. Esse assunto poderia ocupar todo um artigo (ou mesmo uma tese de doutorado), de modo que a opção menos arbitrária é, por ora, limitarmos-nos ao conceito de universidade que surge junto com a própria palavra que o designa.

### III. OS PRIMEIROS MODELOS DE UNIVERSIDADE

Normalmente citadas como as primeiras universidades, a Universidade de Bolonha e a Universidade de Paris (*la Sorbonne*) também representaram dois modelos distintos (MEULEMEESTER, 2011). A Universidade de Bolonha nasceu por iniciativa dos próprios estudantes. Eles pagavam os honorários dos professores e portanto podiam impor as regras. A Universidade de Paris, ao contrário, era dirigida pelos professores, que eram funcionários da Igreja e dela recebiam salários. O ensino era gratuito, de modo que os alunos sentiam-se beneficiados e toleravam o maior poder dos professores em comparação ao modelo de Bolonha. Os professores tinham prestígio e poder de barganha junto à nobreza, à Igreja, o papado e a burguesia.

Embora a universidade de Bolonha tenha precedido a de Paris, *la Sorbonne* foi muito mais influente como modelo de universidade (RUBIÃO, 2013). Mesmo assim, podemos fazer um contraste entre o **modelo de Bolonha**, voltado à formação profissional no campo do Direito, e o **modelo de Paris**, mais focado na produção de conhecimento. Esse contraste ilustra uma dicotomia ainda hoje frequente em discussões sobre o papel da universidade.

Em Paris, a universidade foi dividida, pela primeira vez, em faculdades. Eram quatro as faculdades nesse modelo: Artes, Direito, Medicina e Teologia. Mesmo a Universidade de Pisa, *alma mater* de Galileu Galilei, oferecia apenas ensino de Teologia, Direito (Canônico e Civil) e Medicina (UNIVERSITÀ DI PISA, 20?). Galilei entrou na universidade para estudar medicina e interessou-se por matemática e física (BIOGRAPHY.COM, 20?). As ciências naturais “puras” esperariam um pouco mais para terem lugar de destaque nas universidades.

### IV. AS ACADEMIAS DE CIÊNCIAS

As ciências naturais alcançaram seu lugar de destaque nas *academias* antes de alcançá-lo nas universidades propriamente ditas. Com inspiração na antiga Academia de Atenas, a *Accademia Platonica* foi fundada em Florença no século XV para estudar textos clássicos. A primeira academia dedicada às ciências naturais foi a *Accademia Secretorum Naturae* (BRITANNICA, 2016a), fundada em 1560 em Nápoles. Logo mais, em 1582, o Rei Felipe II da Espanha fundou a *Accademia de Matemáticas* que se tornaria a *Real Academia de Ciencias* (REAL ACADEMIA DE CIENCIAS, 2019). Pouco depois, surgiu a *Accademia dei Lincei* (HELDEN, 1995), fundada em 1603 em Roma (à época parte dos *Estados Papais*).

Na Inglaterra, Francis Bacon deu destaque ao empirismo e ao método científico. Em 1662, foi fundada a “Sociedade Real de Londres para o Melhoramento do Conhecimento Natural” (THE ROYAL SOCIETY, 2018a), que seria conhecida como *The Royal Society*. Em sua revista *Philosophical Transactions*, a academia publicou trabalhos importantíssimos, como *Micrographia* de Robert Hooke, trabalho pioneiro de microscopia científica, *Principia Mathematica* de Isaac Newton, no qual apresentou suas célebres três leis, a descrição do experimento da pipa de Benjamin Franklin, revolucionário no estudo da eletricidade, entre muitos outros. Logo, Membro da Sociedade Real tornou-se um título honorífico prestigiado na comunidade científica de todo o mundo.

É certo que os fundadores da Royal Society vieram de universidades, como Oxford e Cambridge, mas eles buscaram na academia um lugar em que pudessem desenvolver livremente suas ideias (RUBIÃO,

2013). A primeira carta de autorização da sociedade, feita pelo Rei Carlos II, afirma o objetivo de “encorajar estudos filosóficos, especialmente aqueles por experimentos de fato procuram formar uma nova filosofia ou aperfeiçoar a antiga” e de que o mundo os reconheça “não somente como Defensores da Fé, mas também como amantes universais e patronos de todo tipo de verdade” (KING CHARLES THE SECOND, 1662). A Royal Society manteve sua independência financeira da fundação até o presente (KING CHARLES THE SECOND, 1662; THE ROYAL SOCIETY, 2018b) através de uma variedade de fundos de financiamento, tanto governamentais quanto privados. Também manteve um intercâmbio com as universidades maior que o observado em outras academias de ciências (RUBIÃO, 2013). Nisso, assemelha-se às modernas agências e sociedades científicas voltadas ao fomento de pesquisa científica.

O **modelo acadêmico** expandiu por toda a Europa. Pouco após a fundação da Royal Society em Londres, em 1666, Jean-Baptiste Colbert fundou na França a *Académie des Sciences* sob patrocínio de Luís XIV, como forma de formalizar reuniões científicas sob controle estatal (CROSLAND, 20?). A tendência alcança propriamente o mundo lusófono em 1779 com a função da Academia das Ciências de Lisboa (ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA, 2016), embora a própria fundação da academia espanhola tenha se dado oficialmente em Lisboa (REAL ACADEMIA DE CIENCIAS, 2019), porque Espanha e Portugal formavam então um só reino (a União Ibérica). Hoje, as academias de ciências estão espalhadas por todo o mundo e o tipo de relação que têm com governo e universidade é muito variada. Historicamente, as academias tiveram grande influência nas universidades, o que pode ser ilustrado pelo uso frequente do adjetivo “acadêmico” para se referir a assuntos universitários.

### V. EVOLUÇÃO DOS MODELOS NA EUROPA

Na passagem do século XVIII ao XIX, as divisões internas da França pós-revolução resolveram-se na proclamação de Napoleão Bonaparte como imperador. Nesse império, surgiu um novo modelo de ensino centrado na universidade. Todo o ensino público, de todos os níveis, foi unificado na *Universidade Imperial*, que passou a controlar todas as instituições de ensino e pesquisa. A matemática, a física e a química ganharam maior destaque, especialmente por causa de sua utilidade na educação militar e na gestão da economia. O **modelo napoleônico** influenciaria mais tarde as instituições latino-americanas por duas ideias: a “universidade de Estado” e as “escolas técnicas”. A clássica *École Polytechnique*, criada pouco antes, foi militarizada por Napoleão e tornou-se um modelo para o ensino técnico. Lá estudou Auguste Comte, um dos criadores do Positivismo, escola filosófica que muito influenciou a formação do Brasil.

Na Alemanha do início do século XIX, o filósofo Johann Gottlieb Fichte (HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, a) também quis centralizar todo o ensino do Reino da Prússia (que era parte do Império Alemão onde ficava Berlim) numa só universidade. Nisso, recebeu oposição do teólogo Friedrich Schleiermacher, que defendia a “liberdade de cátedra” e a distinção entre *academias*, instituições de pesquisa, e *universidades*, instituições de ensino. A decisão coube ao filósofo Wilhelm von Humboldt, escolhido pelo Rei Frederico Guilherme III para dirigir a fundação da *Universidade de Berlim*. Humboldt decidiu pela universidade como uma instituição autônoma, mas sem separá-la da “academia”. Ele acreditava que pesquisa e ensino deveriam ser realizados numa mesma instituição. Achava que a união entre pesquisa e ensino favorecia ambas as atividades, tornando-as mais dinâmicas, equilibrando excessos. No **modelo**

**humboldtiano**, a pesquisa e o ensino fazem parte de um mesmo processo. A educação é vista como um processo coletivo que se desenvolve dentro da universidade. Esse processo é chamado *Bildung*, que significa “cultura, formação, educação”. Esse processo de formação é um fim em si mesmo e rejeita qualquer “especialização imposta pelo interesse ou obrigação material” (RUBIÃO, 2013, p. 92).

A Universidade de Berlim, que hoje chama-se “Universidade Humboldt de Berlim”, é uma das universidades mais importantes na história da física, com destaque à sua primeira metade do século XX. A sua lista de ganhadores do Prêmio Nobel de Física ilustra bem esse fato (HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, b): Wien (1911), von Laue (1914), Planck (1918), Einstein (1921), Hertz (1925), Franck (1925), Heisenberg (1925), Schrödinger (1933), Bothe (1954), Born (1954). A lista de ganhadores do Prêmio Nobel de Química também impressiona: van’t Hoff (1901), Fischer (1902), von Baeyer (1905), Buchner (1907), Willstätter (1915), Haber (1918), Nernst (1920), Debye (1936), Butenandt (1939), Hahn (1944), Diels (1950). O modelo de Humboldt, juntamente com o napoleônico, influenciaram importantes universidades brasileiras em suas fundações, como a Universidade de São Paulo e a Universidade do Rio de Janeiro (PAULA, 2019)

Voltemos ao século XIX. Após o destaque que as ciências naturais tiveram nos modelos acadêmico, napoleônico e humboldtiano, um novo modelo surgiria na Inglaterra para transferir parte da atenção das Ciências às Humanidades. Ao teólogo inglês John Henry Newman coube a fundação de uma universidade católica na Irlanda. Newman foi sacerdote anglicano, mas depois se converteu ao catolicismo, contrariando família e comunidade. Essa situação influenciou Newman no sentido de defender a liberdade de pensamento e conceber uma “educação liberal”. No **modelo newmaniano**, a profissionalização e a pesquisa científica deveriam ocorrer *após* a formação universitária, que deveria se concentrar no desenvolvimento do raciocínio e do espírito público (RUBIÃO, 2013). Esse modelo universitário voltou a destacar as Humanidades, em oposição às Ciências.

## VI. MODELOS AMERICANOS

Em 1963, o presidente da Universidade da Califórnia, Clark Kerr, deu uma palestra que seria publicada como “Os Usos da Universidade” (*The Uses of the University*) (KERR, 1964). Ali, defendeu que a universidade americana não é “nem Oxford, nem Berlim”. Criou o termo “multiversidade” (*multiversity*) para descrever esse novo modelo, que na verdade era um tipo de convivência entre os vários modelos anteriores. Ele acreditava que o dinamismo americano faria com que esse modelo fosse copiado em todo o mundo (RUBIÃO, 2013). A **multiversidade** deixou as bases para o que viria a ser chamado de **Modo 2 de produção de conhecimento** por sociólogos da ciência liderados por Michael Gibbons (GIBBONS et al., 1994). Nesse modo, a produção do conhecimento dá-se em interação com o mercado, em aplicações concretas. Gibbons previa uma incorporação de mecanismos do mercado e uma tendência a financiamento mais focado da pesquisa, embora admitisse que a maior parte do financiamento permaneceria de origem estatal. Pode-se identificar tal tendência atualmente no financiamento de projetos de pesquisa de física no próprio Brasil, que dá prioridade a linhas de pesquisa mais aplicadas, como nanotecnologia, agronomia e biomedicina. No contexto da multiversidade, porém, surgiram os “protestos de Berkeley”, que englobavam os movimentos de direitos civis e de liberdade de expressão, além dos protestos contra a Guerra do Vietnam. O modelo da *multiversity* foi satirizado como *marketversity*, ou seja, uma universidade a serviço

do mercado. Vários grupos se debateram em disputas conhecidas como *campus wars*. Assim a ideia da multiversidade perdeu parte de seu prestígio, pois Kerr acreditava na governabilidade da universidade por meio de uma convivência pacífica entre vários grupos.

A América Latina talvez seja a região em que o papel das ciências naturais na universidade seja menos claro. Isso deve-se em grande parte a uma reforma universitária que influenciou toda a região. A Universidade de Córdoba, na Argentina, era uma instituição conservadora até que o presidente Hipólito Yrigoyen decidiu intervir para atender a várias demandas do movimento estudantil, o que culminou no **modelo de Córdoba**. Esse modelo caracteriza-se por autonomia universitária, eleição das autoridades pela comunidade universitária, livre-docência, concursos para professores, gratuidade do ensino, assistência estudantil, democratização do ingresso à universidade, vinculação com os sistemas educacionais, fortalecimento da extensão universitária e da função social da universidade, envolvimento em problemas nacionais e a ideia de unidade latino-americana anti-imperialista (RUBIÃO, 2013). A **extensão universitária** ganharia um caráter mais ligado à assistência social e à solução dos problemas do país. André Rubião defende mesmo que a extensão seja um fenômeno tipicamente latino-americano (RUBIÃO, 2013), embora a expressão tenha origens “anglo-saxônicas”. O destaque à extensão influenciaria o Brasil, cuja constituição de 1988 impôs o princípio da **indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão**, oferecendo assim um novo desafio ao ensino de física e das demais ciências.

No Brasil, a busca por uma identidade universitária também gerou novos modelos. Na **Universidade Nova**, concebida pelo educador baiano **Anísio Teixeira**, a formação acadêmica ocorreria ao lado da formação profissional, mas de forma independente dela (ROCHA; FILHO, 2019). Para concretizar tal ideia, Darcy Ribeiro propôs a modalidade **Bacharelado Interdisciplinar (BI)**, que ofereceria uma formação acadêmica ampla, que poderia ser complementada por uma formação profissional posterior. Na Universidade Federal do ABC (UFABC) foi uma das pioneiras na implantação dessa modalidade. Os alunos que ali ingressam optam entre dois cursos: “BI em Ciência e Tecnologia” e “BI em Ciências e Humanidades” (UFABC, 2019). Após três anos em um desses cursos, são diplomados e podem ingressar em outros cursos específicos, como Física, Química, diversas engenharias, Economia etc. Assim como Kerr dizia que a universidade americana não é “nem Oxford, nem Berlim”, André Rubião refere-se à Universidade Nova como “nem Harvard, nem Bolonha” (RUBIÃO, 2013). Ou seja, o currículo não deve ser tão “aberto” quanto o das universidades americanas,<sup>1</sup> nem oferecer cursos para profissões específicas, de forma semelhante a Bolonha que oferecia apenas Direito em seu modelo inicial (embora não devamos exigir demais do que era então a primeiríssima universidade).

Falemos agora de nossa universidade, a **Universidade de Brasília (UnB)**. A UnB foi estruturada de modo a aplicar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão de uma forma peculiar: essas atividades seriam desempenhadas por órgãos diferentes mas integrados.

Entre os pontos mais relevantes da organização estrutural da Universidade de Brasília, destacam-se:

1. Extinção da cátedra e criação do Departamento como unidade universitária;

---

<sup>1</sup>As principais universidades americanas foram fundadas tempo o modelo humboldtiano como referência, mas foram logo influenciadas pelo modelo liberal e acabaram se transformando rumo à multiversidade.

2. Substituição da estrutura tradicional, estanque, por uma estrutura tripartida e integrada, composta por institutos centrais de ensino e pesquisa, por faculdades responsáveis pela formação profissional e por órgãos complementares com função supletiva de centros de extensão;
3. Ênfase no papel dos institutos centrais que ofereceriam cursos básicos nos demais campos do conhecimento, ao mesmo tempo em que se constituiriam em centros de pesquisa e de formação de cientistas e humanistas ao nível de graduação e de pós-graduação.

(PROTA, 1987)

Nota-se que a formação profissional aparece como uma atividade distinta do ensino. Ensino e pesquisa seriam realizados nos institutos centrais, enquanto a formação profissional seria realizada nas faculdades. Órgãos complementares executariam a extensão. O *Instituto Central de Ciências* hoje é simplesmente o nome de um prédio, no qual há dependências do *Instituto de Física*, do *Instituto de Ciências Exatas*, do *Instituto de Ciências Sociais* etc. No entanto, a distinção entre institutos e faculdades ainda é percebida, pois as unidades responsáveis por cursos de natureza mais profissional são chamadas de faculdade: *Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária*, *Faculdade de Arquitetura e Urbanismo*, *Faculdade de Ciência da Informação*, *Faculdade de Ciências da Saúde* etc.

O **Instituto de Física** (IF-UnB) tem sua origem no antigo Departamento de Física, do Instituto de Ciências Exatas. Atualmente, o IF-UnB tem todos os tipos atividades descritas para um instituto central: ensino, pesquisa, extensão e oferta de cursos básicos que são complementados nas faculdades. As disciplinas “Física 1” e “Física 2”, por exemplo, estão nos currículos de dezenas de cursos de caráter mais profissionalizante, como as engenharias da Faculdade de Tecnologia. Como atividades de extensão, o IF-UnB oferece suporte às olimpíadas de física, demonstrações voltadas ao público externo, entre outras.

Na UnB, a extensão é distribuída por todas as unidades da universidade, mas coordenada pelo *Decanato de Extensão*. Nota-se atualmente uma tendência a concentrar as atividades de extensão nos chamados *polos de extensão*. Os polos de extensão da UnB parecem ser inspirados num outro modelo de universidade, que o professor André Rubião chama de **modelo participativo** (RUBIÃO, 2013). Com esse nome, ele descreve o modelo promovido pelo **Programa Polos de Cidadania** da *Universidade Federal de Minas Gerais* (UFMG) (POLOS DE CIDADANIA, 2019). Iniciado pela Faculdade de Direito, alguns dos objetivos iniciais desse programa era estabelecer canais de comunicação entre universidade e sociedade, promovendo diálogo entre conhecimento acadêmico e conhecimento popular, de modo a reduzir desigualdades sociais. Deste então, projetos de outras unidades da UFMG aderiram ao projeto e desenvolveram atividades que promoviam assistência social e participação da comunidade. Leiamos um trecho de seu livro “História da Universidade: genealogia para um ‘Modelo Participativo’ ”:

Já no que toca à pesquisa, o caráter “institucional diretivo” da universidade público-estatal estaria em garantir a legitimidade das decisões, o que é uma das principais reivindicações da “sociedade participativa”.

(RUBIÃO, 2013, p. 312)

No livro, Rubião cita as ideias de Michel Callon, que descreveu o processo científico como um conjunto de “traduções” que entre o mundo em geral e os lugares nos quais se produz o conhecimento científico. Nesse contexto, uma *democratização da ciência* seria necessária. As decisões que envolvem a ciência, como a liberação dos transgênicos, deveriam ser feitas em fóruns que incluíssem não apenas cientistas, mas também outras pessoas interessadas nessas decisões de qualquer modo.

A universidade público-estatal poderia, assim, assumir uma “posição diretiva” se, de um lado, fomentasse essa “cultura participativa” e, de outro, fosse forte o suficiente para ter o controle ou pelo menos uma influência significativa na agenda nacional. Isso não impede que a iniciativa privada faça parte desse processo, mas o fomento de uma “cultura participativa”, no universo da techno-ciência, não somente evitaria muitos riscos ligados aos excessos da racionalidade econômica, como traria mais legitimidade para as nossas decisões.

(RUBIÃO, 2013, p. 314)

O exemplo dos transgênicos é adequado para ilustrar a participação da comunidade em deliberações relacionadas à ciência. É mais difícil conceber como essa participação seria promovida em temas como *Teoria Quântica de Campos* ou *Teoria de Supercordas*. Apoiado em Latour e Callon, Rubião cita a “ciência pura” como um mito:

[...] os trabalhos de Latour e Callon seriam importantes, em primeiro lugar, para desmistificar de vez o mito da “ciência pura” e, depois, para abrir uma perspectiva totalmente nova no universo da ciência: a sua “democratização”.

(RUBIÃO, 2013, p. 257)

Essa citação remete-nos ao frequente desentendimento entre físicos e cientistas sociais. Físicos costumam aderir a princípios realistas ou reducionistas, enquanto os cientistas sociais aderem a ideias relativistas ou perspectivistas. Mesmo Einstein tentou renomear a Teoria da Relatividade como “Teoria dos Invariantes” (*Invariantentheorie*) (FLACH; HOLDEN, 1998) porque ela descreve quantidades (como a velocidade da luz e a distância quadridimensional entre eventos) cuja invariância em relação a sistemas de referência impõe restrições à variação das outras (como comprimento e intervalo de tempo). A diferença entre os conceitos de realidade coloca-se como um empecilho ao aceitação de abordagens sociológicas da ciência pelos físicos.

## VII. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Apresentamos os principais modelos de universidade sob uma perspectiva de físicos. Identificamos modelos nos quais a física é valorizada em si mesmo, outros nos quais a Física é apreciada por suas aplicações (militares, industriais etc.) e outros que dão maior destaque às humanidades. Aparentemente, a Física atingiu seu maior prestígio no modelo a que chamamos de “acadêmico”, cujo maior símbolo é a Royal Society, e no modelo humboldtiano, cujo referência principal é a Universidade Humboldt de Berlim.

Na América Latina, as universidades tendem a destacar as humanidades, talvez devido ao caráter periférico da região. A região encontra-se geograficamente afastada dos maiores aglomerados populacionais do mundo, o que favorece uma tentativa de “encontrar seu próprio caminho”. A reforma universitária de Córdoba, na Argentina, influenciou toda a América Latina, assim como os modelos que surgiram no Brasil, entre os quais citamos a Universidade Nova, o modelo participativo e o modelo específico da UnB. Entre esses modelos, parece-nos que a Universidade Nova é o que melhor define o papel das ciências naturais, por meio do Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia. De forma geral, modelos latino-americanos oferecem grandes desafios aos professores de ciências naturais, como a participação da comunidade em deliberações acadêmicas (no modelo participativo) e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (princípio constitucional brasileiro inspirado no modelo de Córdoba). Parece-nos que tais ideias não encontram grande consonância com a mentalidade do físico. E seria mesmo desejável tal conciliação?

Descrevemos modelos de universidade das regiões que mais influenciaram o ensino brasileiro (Europa, EUA e América Latina), mas outros continentes também desenvolveram seus próprios modelos, cuja discussão deixamos para trabalhos futuros. É bem verdade que cada universidade do mundo tem a sua própria organização, geralmente definida num estatuto. Não existem duas universidades iguais mas, mesmo assim, a descrição dos modelos é útil porque apresentam conjuntos de ideias de forma sintética. Citar um modelo de universidade dispensa um debatedor de uma longa exposição de várias ideias. Portanto, esperamos que estudos como este ajudem os futuros deliberadores de assuntos universitários a conversarem em termos melhor definidos, o que certamente facilitará o atingimento de consenso.

## VIII. INFORMAÇÃO DOS AUTORES

Leonardo Luiz e Castro

 <https://orcid.org/0000-0003-3388-0270>

lcastro@unb.br (autor correspondente)

Fabio Luís de Oliveira Paula

 <https://orcid.org/0000-0002-2862-6414>

## REFERÊNCIAS

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA. *História da Academia*. 2016. Disponível em: <http://www.acad-ciencias.pt/academia/historia-da-academia-das-ciencias-de-lisboa>. Acesso em: 1 Jan. 2019. 13

- BIOGRAPHY.COM. *Galileo*: Biography. 20? Disponível em: <<https://www.biography.com/people/galileo-9305220>>. Acesso em: 30 Dez. 2018. 12
- BRITANNICA, T. E. o. E. Courtly education. *Encyclopedia Britannica, Inc.*, Out 2016. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/education/Courtly-education>>. 12
- BRITANNICA, T. E. o. E. University. *Encyclopedia Britannica, Inc.*, Out 2016. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/university>>. 11
- CASTANHO, S. Da universidade modelo aos modelos de universidade. *Revista de estudos de educação*, n. 04, 2002. Disponível em: <<http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/quaestio/article/view/1394>>. 11
- CROSLAND, M. P. Academy of sciences: French organization. *Encyclopædia Britannica*, 20? Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/Academy-of-Sciences-French-organization>>. Acesso em: 1 Jan. 2019. 13
- DERIWALA, M. Y. *First University In The World*. muslimobserver.com, 2014. Disponível em: <<http://muslimobserver.com/first-university-in-the-world/>>. 11
- FLACH, J. M.; HOLDEN, J. G. The reality of experience: Gibson© s way. *Massachusetts Institute of Technology*, v. 7, n. 1, p. 90–95, 1998. Disponível em: <[http://homepages.uc.edu/~holdenjnr/rsrch/Gibsons\\_way.pdf](http://homepages.uc.edu/~holdenjnr/rsrch/Gibsons_way.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019. 17
- GIBBONS, M. et al. *The New Production of Knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE Publications, 1994. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/gibbons.pdf>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 14
- HELDEN, A. van. Accademia dei lincei. In: *The Galileo Project*. [s.n.], 1995. Disponível em: <<http://galileo.rice.edu/gal/lincei.html>>. Acesso em: 31 Dez. 2018. 12
- HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN. *Johann Gottlieb Fichte*: Rektor der berliner universität 1811/12. Disponível em: <<https://www.hu-berlin.de/de/ueberblick/geschichte/rektoren/fichte>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 13
- HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN. *Nobel Prize winners*. Disponível em: <<https://www.hu-berlin.de/en/about/history/nobel-laureates>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 14
- KAMPOURIS, N. The platonic academy of athens: The world’s first university. *Greek Reporter*, greekreporter.com, Nov. 2018. Disponível em: <<https://greece.greekreporter.com/2018/11/12/the-platonic-academy-of-athens-the-worlds-first-university/>>. Acesso em: 30 Dez. 2018. 11
- KERR, C. The uses of the university. *British Journal of Educational Studies*, Taylor & Francis, Society for Educational Studies, v. 13, n. 1, p. 102–103, 1964. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3118404>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 14

KING CHARLES THE SECOND. *Translation of the First Charter, granted to the President, Council and Fellows of the Royal Society of London*. [s.n.], 1662. Disponível em: <[https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/about-us/history/Charter1\\_English.pdf?la=en-GB](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/about-us/history/Charter1_English.pdf?la=en-GB)>. Acesso em: 30 Dez. 2018. 13

LEITE, C. W. 29 aforismos de paulo francis. *Revista Bula*, 2018? Disponível em: <<https://www.revistabula.com/286-29-aforismos-de-paulo-francis/>>. Acesso em: 1 Mai. 2018. 11

MEULEMEESTER, J.-L. D. Quels modèles d'université pour quel type de motivation des acteurs ? une vue évolutionniste. *Pyramides*, 2011. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/pyramides/804>>. Acesso em: 2 Mai. 2018. 12

PAULA, M. de Fátima Costa de. *A INFLUÊNCIA DAS CONCEPÇÕES ALEMÃ E FRANCESA SOBRE A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO E A UNIVERSIDADE DO RIO DE JANEIRO QUANDO DE SUAS FUNDAÇÕES*. 2019. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1225503/mod\\_resource/content/1/InfluenciasUSPxUFRJ.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1225503/mod_resource/content/1/InfluenciasUSPxUFRJ.pdf)>. Acesso em: 11 Jan. 2019. 11, 14

POLOS DE CIDADANIA. *Polos de Cidadania*. 2019. Disponível em: <[polosdecidadania.com.br](http://polosdecidadania.com.br)>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 16

PROTA, L. *Um Novo Modelo de Universidade*. Editora Convívio, 1987. Disponível em: <[http://www.cdpb.org.br/novo\\_modelo\\_universidade\\_prota.pdf](http://www.cdpb.org.br/novo_modelo_universidade_prota.pdf)>. Acesso em: 11 Dez. 2018. 16

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS. *Antecedentes históricos de la Real Academia de Ciencias*. 2019. Disponível em: <[http://www.rac.es/1/1\\_1.php](http://www.rac.es/1/1_1.php)>. Acesso em: 1 Jan. 2019. 12, 13

ROCHA, J. A. d. L.; FILHO, N. d. A. *Anísio Teixeira e a Universidade Nova*. UFBA, 2019. Disponível em: <<http://www.universidadenova.ufba.br/twiki/bin/view/UniversidadeNova/Conceitos>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 15

RODRIGUES, F. Marilena chauí: "universidades devem entender que fazem parte da luta de classes": Professora e intelectual da usp fala sobre a crise nas universidades públicas brasileiras. *Brasil de Fato*, 2017. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2017/04/04/marilena-chaui-universidades-devem-entender-que-fazem-parte-da-luta-de-classe/>>. Acesso em: 1 Mai. 2018. 11

RUBIÃO, A. *História da Universidade: genealogia para um modelo participativo*. Coimbra: Almedina, 2013. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

THE ROYAL SOCIETY. *History of the Royal Society*. 2018. Disponível em: <<https://royalsociety.org/about-us/history/>>. Acesso em: 30 dez. 2018. 12

THE ROYAL SOCIETY. *History of the Royal Society*. 2018. Disponível em: <<https://royalsociety.org/about-us/funding-finances/>>. Acesso em: 30 dez. 2018. 13

UFABC. *Ingresso #VemPraUFABC*. 2019. Disponível em: <<http://prograd.ufabc.edu.br/ingresso>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 15

UNIVERSITÀ DI PISA. *Storia dell'Università. 20?* Disponível em: <<https://www.unipi.it/index.php/presentazione/item/1340>>. Acesso em: 30 Dez. 2018. 12

ZGAGA, P. Higher education and citizenship: 'the full range of purposes'. *European Educational Research Journal*, v. 8, p. 175–188, 1 2009. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2304/eej.2009.8.2.175>>. Acesso em: 8 Jan. 2019. 11



# UMA PROPOSTA DE MEDIAÇÃO: O USO DO SOFTWARE TRACKER NO ENSINO DE FÍSICA

## A MEDIATION PROPOSAL: THE USE OF TRACKER SOFTWARE IN PHYSICAL EDUCATION

PALTON LIMA ALVES<sup>1</sup>, MARCELLO FERREIRA<sup>1</sup>,  
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília (UnB)

---

### Resumo

*Baseada no conceito de mediação de Vygotsky, esta proposta de ensino consiste na construção de um modelo de aula de Física, que toma como base o contexto das tecnologias utilizadas pela juventude moderna. Desta forma, são abordados métodos que buscam a inserção de tecnologias de forma construtiva no meio escolar, particularmente com apoio do software Tracker, tendo em vista a modernização da organização cognitiva como consequência da era digital.*

**Palavras-chave:** Tracker. Vygotsky. Ensino de Física. Tecnologias educacionais. Mediação

---

### Abstract

*Based on Vygotsky's concept of mediation, this teaching proposal consists of the construction of a model of a physics class based on the context of modern youth technologies. In this way, we adopt methods that seek the insertion of technologies in a constructive way in the school environment, particularly with the support of Tracker software, in view of the modernization of the cognitive organization as a consequence of the digital age.*

**Keywords:** Tracker. Vygotsky. Physics teaching. Educational Technologies. Mediation.

---

\*olavolsf@gmail.com

## I. INTRODUÇÃO

De acordo com a premissa de Vygotsky (1987), de que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao meio social, cabe então ao professor a articulação de seus modelos de aula com o respectivo contexto.

Em situações práticas, as análises dessas circunstâncias se tornam desafiadoras. Atendendo a essa perspectiva, propõe-se, como meio comum, o cenário de tecnologias da era digital. Os novos meios de interação proporcionados guiam novas informações, desenvolvem habilidades e induzem uma maneira de pensar. Com essa mesma ótica, Pierre Lévy, em seu livro *Tecnologias da inteligência*, expõe a potencial modernização dos meios educacionais, baseados tanto nas novas ferramentas tecnológicas, quanto na modernização da estrutura cognitiva:

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos.

(LÉVY, 1993, p. 4)

Pierre Lévy prevê um futuro no qual a tecnologia de interfaces digitais e as multiferramentas, possíveis com a modernização, constroem novas percepções nos indivíduos, moldando a maneira de assimilar o mundo e também possibilitando, como ferramentas, maior articulação com simulações e novos campos de interação que representam o contexto atual.

Dados os meios tecnológicos facilitados na contemporaneidade, a inserção dessas ideias no meio escolar se torna possível em quaisquer meios em que haja familiaridade com tecnologias digitais.

## II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os grandes problemas que o ensino de física enfrenta, está o enraizamento dos métodos de ensino. Os modelos abordados muitas vezes não correspondem ao contexto de ensino, o que inviabiliza a aprendizagem, tornando os conceitos assuntos a serem memorizados. Vygotsky aponta para a importância de se analisar um contexto da escola como fator a ser levado em consideração em uma metodologia. O mundo das tecnologias digitais é um exemplo, na medida em que molda a nova maneira de pensar, e pode ser utilizado como instrumento de ensino e aprendizagem. Aliado a isso, as aulas experimentais de Física estão ganhando espaço dentre os métodos de ensino, porque, se bem organizadas, reforçam o entendimento de conceitos e propriedades.

Com base nisso, neste artigo é proposta uma nova forma de aula de Física fundamentada na utilização de meios tecnológicos que podem facilitar a construção da aprendizagem dos conceitos de física. Buscando atingir a zona de desenvolvimento proximal, definida por Vygotsky, é desenvolvido um processo de geração e análise de dados experimentais apoiado

no *software* gratuito de análise de vídeo, o *Tracker*.

### III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Pierre Lévy, na comunicação, a informação surge por meio da interação de sentido e contexto que se inter-relacionam de forma dinâmica, construindo a realidade e a interpretação individual dos aspectos e meios com que o ser interage. Dessa maneira a informação, a interpretação e o conhecimento estão intermediadas por hiperligações entre um espaço abstrato, onde ideias e conceitos sofrem múltiplas ligações entre si numa organização que se assemelha a um fractal.

Quando ouço uma palavra, isto ativa imediatamente em minha mente uma rede de outras palavras, de conceitos, de modelos, mas também de imagens, sons, odores, sensações proprioceptivas, lembranças, afetos, etc.(...) Mas apenas os nós selecionados pelo contexto serão ativados com força suficiente para emergir em nossa consciência. (LÉVY, 1993, p. 23)

Utilizando a concepção introduzida pelo filósofo francês da cibercultura, os meios de sala de aula são passíveis de articulações tecnológicas com interfaces digitais e simulações para condução à área da estrutura hipertextual que liga de maneira proximal subsunções de tecnologias presentes no aluno aos conhecimentos a serem introduzidos, de forma a induzir uma aprendizagem significativa.

Vygotsky levanta que o desenvolvimento cognitivo, ou aprendizagem, é formado não unicamente pelo indivíduo ou o contexto, mas pela interação de ambos. Em um cenário onde as tecnologias constroem e modificam novas estruturas cognitivas, os modelos didáticos não seriam outros, a não ser a intervenção por meio de tecnologias digitais.

#### I. Intervenção didática por análise utilizando o *software Tracker*

O *software Tracker* (BROWN, 2018) é uma ferramenta gratuita de análise e modelagem de vídeo baseada em estrutura Java da Open Source Physics (OSP). Projetado para o ensino de física, o *Tracker* permite a associação de propriedades físicas à dinâmicas mecânicas, com eixos de coordenadas de posição que geram informações como velocidade e aceleração (tanto linear quanto angular), permite análise por assistentes de ajustes com funções genéricas, o que possibilita a determinação de constantes físicas. O *software* possui uma interface simples e intuitiva, e sua razão limitação/simplicidade é um dos fatores que possibilitam a aplicação em sala de aula.

Dessa forma, a inteligibilidade do *software*, aliada a uma câmera de celular, possibilitam a construção de um roteiro experimental que ordena passos na elaboração da prática, ao mesmo tempo que procura posicionar a construção de conhecimento precisamente da zona de desenvolvimento potencial dos alunos.

#### IV. ESTRATÉGIAS

As metas dessa proposta didática são o desenvolvimento dos subsunçores referentes à velocidade e à aceleração, permitindo a seleção da experimentação no ramo da mecânica que seja mais familiar a cada grupo.

É construído pelo professor um documento (Material Suplementar) roteirizando os passos na obtenção dos dados a partir do *software Tracker*. Numa turma contendo 30 alunos, são separados 10 grupos de 3 alunos cada que são distribuídos dentre os cinco tópicos selecionados:

1. Movimento retilíneo e coeficiente de atrito
2. Queda livre
3. Lançamento Oblíquo
4. Conservação da energia mecânica
5. Conservação da energia elástica

Os temas são escolhidos propositalmente com o objetivo de abordar todo os assuntos de mecânica do primeiro ano, oferecendo a possibilidade de escolha do experimento que desperte maior interesse em cada grupo:

O roteiro mostra em forma de passos a maneira com que o software obtém os dados associando a posição do corpo em questão em cada frame e gerando curvas de velocidade e aceleração. Na primeira fase da geração dos dados, a articulação com software permite a introdução do subsunçor de vetores quando na determinação da base dos eixos em que são descritos os dados de posição  $(x,y)$ .

A interação do aluno no processo de associar pontos de posição no centro de massa do corpo, frame a frame, induz o entendimento de velocidade a partir da relação visual entre o deslocamento do corpo e a passagem de cada intervalo de tempo entre frames.

O potencial da geração de dados não se limita ao entendimento da velocidade. A variação dos intervalos de espaço percorridos no mesmo instante de tempo induzem a ideia de aceleração. Esse fenômeno é visto no movimento dos corpos em queda livre, na configuração do experimento de conservação de energia elástica e no lançamento oblíquo.

A associação de comportamentos a modelos matemáticos se sustenta na experimentação e esta base científica é indispensável no ensino de Física. O desenvolvimento desse objeto de conhecimento segue pela análise das curvas de dados. Aqui são expostas diversas funções matemáticas a serem ajustadas; o aluno deve realizar testes e escolher a curva que melhor se ajusta aos dados, em seguida comparando a função matemática, constantes de ajuste e determinando possíveis constantes físicas.

#### V. PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

De acordo com a teoria de Ausubel (MOREIRA, 2011), a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno possui, por fim, a compreensão que vai além da soma de significados

e conceitos atribuídos ao objeto de estudo e se torna capaz de expressar o assunto em termos de outros exemplos e associar novos significados. Seguindo esta referência, a proposta avaliativa consiste numa apresentação de seminário sobre os processos envolvidos na análise de dados, paralela à execução do experimento enquanto explica como as grandezas posição, velocidade, aceleração e energia se transformam durante a dinâmica do movimento.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, essa a proposta de intervenção didática buscou desenvolver sequencialmente os subsunçores relativos à mecânica e se construiu buscando a maior simplificação dos passos por meio do roteiro.

É importante salientar que, mesmo que a proposta se apoie num modelo teórico de referência, esta construção é passível de falhas pela possível dificuldade em fazer alunos cooperarem em um número tão grande de atividades, além do fato de que esse trabalho só é possível após fração substancial do conteúdo ter sido ministrada, o que talvez converta essa proposta de aula, sem perda de relevância, em alternativa de fixação e revisão de conteúdo numa atividade avaliativa de final de semestre.

## A. APÊNDICE I: ROTEIRO EXPERIMENTAL

### Resumo

*Este roteiro consiste de uma organização de etapas que guiam a prática experimental. Buscando intervir nos métodos tradicionais de avaliação, propõe-se a realização de um experimento fundamentado na análise de dados em um software.*

### I. Objetivo

Introduzir uma nova forma de aula de Física fundamentada na utilização de meios tecnológicos. Explorando, numa análise de um experimento, a aprendizagem proposicional de diversos conceitos estudados em sala de aula.

### II. Introdução

A prática experimental envolve a experimentação e análise de um fenômeno físico, nisso separamos um total de 5 práticas diferentes envolvendo os temas de mecânica lecionados em sala de aula

#### II.1 Queda livre

A aceleração do movimento vertical de um corpo no vácuo é denominada aceleração da gravidade e indicada por  $g$ . Assim, a queda livre e o lançamento vertical são movimentos uniformemente variados (MUV). As funções do MUV descrevem o lançamento na vertical e a queda livre:

$$S = S_0 + v_0t - \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

$$v = v_0 - at \quad (2)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2a\Delta s \quad (3)$$

#### II.2 Movimento retilíneo com atrito

Em um movimento uniforme, um corpo tende a manter sua velocidade indefinidamente. Em casos reais, esse tipo de comportamento não existe. São as forças de atrito que impedem um corpo de deslizar infinitamente em uma direção. A magnitude dessa força varia com as condições de contorno da caixa que desliza. Dessa forma, estão incluídos o efeito de viscosidade do ar e das imperfeições entre as duas áreas de contato, que contribuem para a constante de atrito  $\mu$  na expressão da força de atrito:

$$F_{at} = \mu mg$$

Logo, a equação da trajetória do movimento uniforme é acrescida de um termo:

$$s = s_0 + v_0t - \mu \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

### II.3 Lançamento oblíquo

O lançamento oblíquo é a sistematização do que seria interpretado como um canhão arremessando uma bala com um certo ângulo. Dispondo as coordenadas separadamente, este fenômeno é a junção da queda livre com um movimento uniforme, embora que em direções perpendiculares.

Para  $Y$ , a equação do movimento segue como:

$$Y = Y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

Enquanto que para  $X$ :

$$X = X_0 + v_{0x}t \quad (6)$$

### II.4 Conservação de energia elástica

Vamos considerar um sistema constituído de uma massa  $m$  e uma mola de constante elástica  $k$ , aplicando uma força na bola contra a mola estamos transferindo energia para comprimir a mola em  $\Delta x$ . Ao soltarmos, é de se esperar que a energia armazenada na mola, e portanto energia potencial elástica, seja transferida à bola em forma de energia cinética ou potencial (dependendo da configuração do sistema).

A conservação de energia desse sistema pode ser representada pela fórmula:

$$\frac{kx^2}{2} = mg\Delta h = \frac{mv^2}{2} \quad (7)$$

A forma de montagem desse experimento está a critério do grupo. Utilizando como mola um estilingue grande e uma bola de tênis como corpo e dispondo de régua, uma balança e do valor da gravidade  $g = 9.8m/s^2$ .

### II.5 Conservação de energia mecânica

É possível, em um experimento, relacionar queda livre com conservação de energia mecânica.

Na transição de energia cinética para gravitacional, em um arremesso vertical de uma bola, a energia cinética se anula no momento em que o corpo atinge a maior altura.

Dessa forma:

$$\frac{mv^2}{2} = mg\Delta h \quad (8)$$

### III. Atividades

Utilizando o software Tracker, realize uma aquisição de dados com base na gravação da atividade. A partir desses dados é possível determinar todas as quantidades desejadas para cada experimento.

#### III.1 Queda livre

Determine, com base na trajetória do corpo no eixo Y, a aceleração da gravidade.

#### III.2 Movimento retilíneo com atrito

Tomando o valor da aceleração da gravidade como  $g = 9,8m/s^2$ , determinem o coeficiente de atrito  $\mu$  entre o disco e a superfície plana.

#### III.3 Lançamento oblíquo

Separando o movimento nos dois eixos,  $X(t)$  e  $Y(t)$ , o experimento se separa em dois. Determinem assim a aceleração da gravidade e as velocidades iniciais em X e Y.

#### III.4 Conservação de energia elástica

A partir das medidas de comprimento  $\Delta x$  e  $\Delta h$ , feitas manualmente no software com a régua, tendo medido a massa do corpo e considerando a aceleração da gravidade como  $g = 9,8m/s^2$ . Determinem a constante elástica  $k$  do estilingue.

#### III.5 Conservação de energia mecânica

A partir da velocidade inicial no lançamento vertical e da altura máxima alcançada acima do ponto onde a velocidade foi medida. Determine a aceleração da gravidade  $g$ .

### IV. Materiais

- Câmera fotográfica (de celular);
- Computador com o *software Tracker* instalado;
- Bolas de tênis;
- Estilingue grande;
- Balança;
- Disco;

## V. Utilizando o software para aquisição de dados

O Tracker é um programa muito prático e de fácil interação, nele é possível analisar fenômenos físicos captados em vídeo. Assim é possível gerar dados experimentais e, com uma certa precisão, determinar constantes físicas.

### V.1 Gerando dados

1-Com o Tracker aberto, no canto superior esquerdo, vá em **arquivo>abrir**.

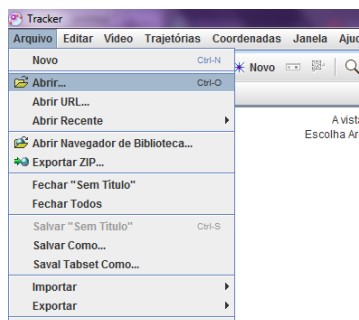


Figura 1: Abrindo arquivo para análise.

2-Selezione o documento que contém a gravação e clique em abrir.

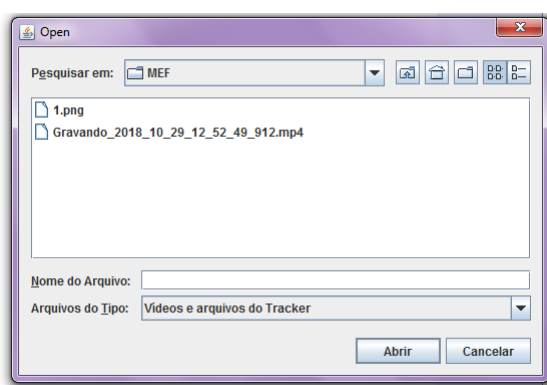


Figura 2: Seleção do vídeo.

3-O arquivo será carregado em instantes. Assim que terminado, clique no ícone mostrado na figura 3 para exibir os eixos de coordenadas.

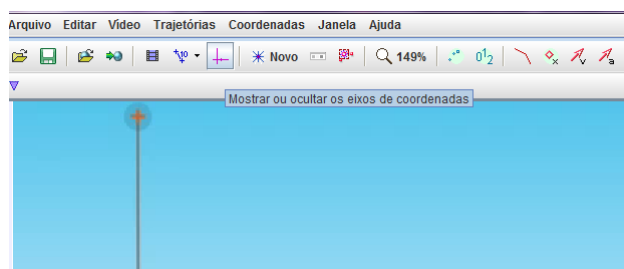


Figura 3: Seleção dos eixos das coordenadas

4-Feito isso, dois eixos de coordenadas cartesianas aparecerão. Arraste a origem para o referencial do experimento.

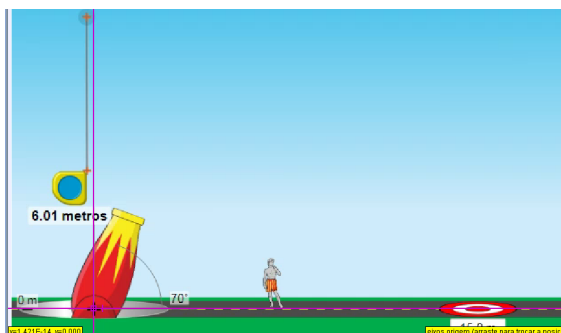


Figura 4: Eixo das coordenadas posto no ponto de referência.

O software não possui conhecimento da escala de medida dos comprimentos relacionados, para isso, é fundamental especificar o comprimento de algum objeto. A referência pode ser qualquer uma, levando em conta que esteja no mesmo plano do experimento.

5-Para calibrar a escala de medida vá em **Novo>Ferramentas de calibração>Bastão de medição**.

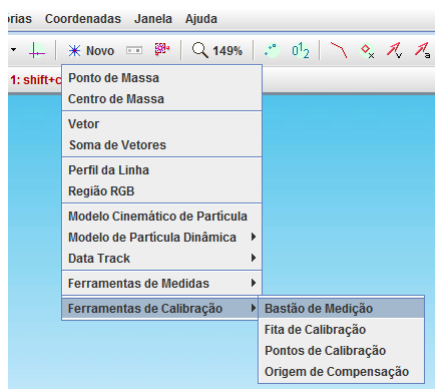


Figura 5: Calibração de escala de medida.

6-Uma reta irá surgir, mova suas extremidades até as bordas do objeto de referência. Feito isso, uma caixa de texto para digitar o comprimento real vai abrir.

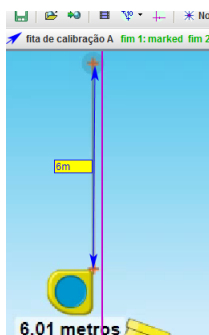


Figura 6: Bastão de medição

7-Na barra de reprodução há duas setas pretas, elas restringem a análise para a fração do vídeo que contém o experimento. Selecione a cena arrastando as setas.

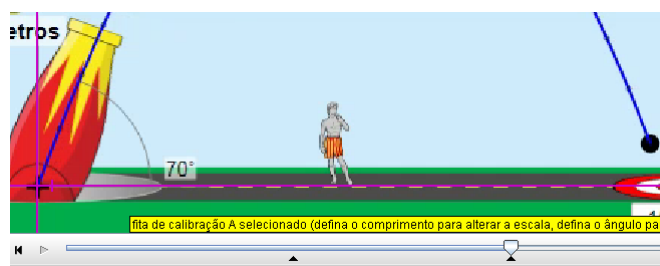


Figura 7: Seleção do experimento no vídeo.

8-Agora é importante mostrar para o programa qual o objeto que queremos analisar. Para isso, vá em **Novo>Ponto de massa**.

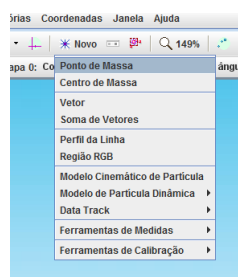


Figura 8: Seleção do ponto de massa.

9-Enquanto pressiona **Ctrl+Shift**, clique com o botão esquerdo do mouse sobre o corpo. O software vai abrir uma janela para buscar a trajetória automaticamente. Então, clique em pesquisar.

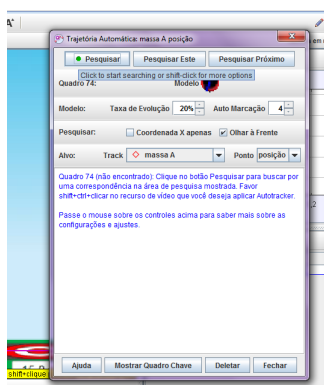


Figura 9: Aba de pesquisa automática.

A partir desse ponto o vídeo será reproduzido frame a frame, enquanto que o software detecta a posição do corpo e registra (X,Y,t) em uma tabela no canto direito.

10-Caso a qualidade da gravação não permita a busca automática, selecione, imagem por imagem, o ponto de massa do corpo segurando **Shift**. Observe como as distâncias percorridas pelo objeto mudam em pontos diferentes da trajetória.

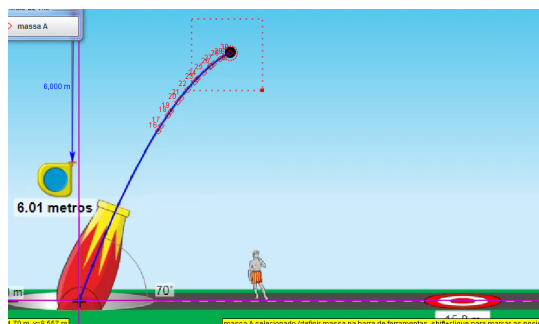


Figura 10: Processo de pesquisa automática gerando os dados experimentais.

Na ordenada do gráfico da posição é possível selecionar grandezas como velocidade (X,Y) ou aceleração(X,Y) para serem mostradas no gráfico.

11-Para o seu experimento, selecione a grandeza em questão.

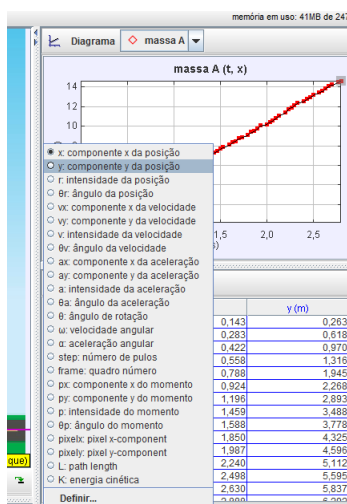


Figura 11: Dados calculados pelo software a partir da pesquisa automática.

12-Clicando com o botão direito do mouse sobre o gráfico, selecione **Analisar**.

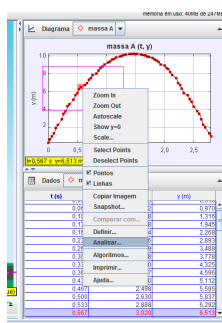


Figura 12: Curva de dados.

13-Esse é um assistente de ajuste. Ele associa uma distribuição de dados com uma função dada, determinando os parâmetros e possibilitando a construção de uma função matemática que descreva o movimento.

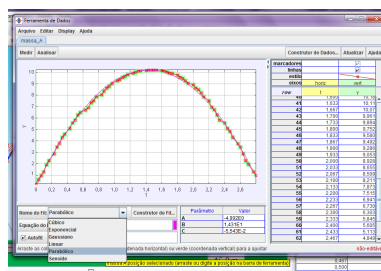


Figura 13: Assistente de ajuste.

14-Na parte inferior do assistente de ajuste, selecione a função que julguem melhor se adaptar à configuração dos pontos.

15-Habilite a opção **Autofit**, com isso os valores dos parâmetros serão calculados para a tabela do lado.

## VI. Análise de dados

Seguindo o procedimento de aquisição de dados, todas as informações necessárias para os objetivos dos experimentos foram obtidas.

A partir de agora, cabe ao grupo discutir como utilizar desses dados para determinar as respectivas constantes físicas.

## REFERÊNCIAS

BROWN, D. *video analysis and modeling tool. Versão 5.0.* 2018. S.l. 24

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência - O futuro do pensamento na era da informática.* São Paulo: Editora 34, 1993. 23, 24

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem.* São Paulo: EPU, 2011. 25

VYGOTSKY, L. *Pensamento e linguagem.* 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 23



# SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ACÚSTICA

## TEACHING UNIT ON ACOUSTICS

MARCELLO FERREIRA<sup>1</sup>, JOÃO VÍTOR DA SILVA ROCHA<sup>1</sup>,  
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade de Brasília

marcellof@unb.br  
olavolsf@unb.br  
jvdsrocha@gmail.com

---

### Resumo

O presente texto descreve uma proposta de sequência didática desenvolvida para o ensino de acústica para alunos do Ensino Médio. Fundamentada nas teorias de aprendizagem significativa de Ausubel e de modelos mentais de Johnson-Laird, pretende construir a ideia de som como um fenômeno ondulatório e estabelecer relações com a vida cotidiana. Dessa forma, detalha um planejamento de aulas, seus objetivos e estratégias para garantir a aprendizagem significativa e um modelo mental alinhado ao conhecimento científico. Ao final, propõe-se uma atividade avaliativa com foco na investigação, baseada na perspectiva da avaliação formativa (LUCKESI, 1995).

**Palavras-chave:** sequência didática, aprendizagem significativa, modelo mental, ensino de física acústica.

---

### Abstract

This paper describes a proposal of a teaching unit on acoustics for high school students. Based on Ausubel's meaningful learning theory and Johnson-Laird's mental models, it intends to build the idea of sound as an oscillating phenomenon and establish the relations between theory and daily life. Therefore, it details a class planning, its objectives and strategies to ensure meaningful learning and a mental model aligned to scientific knowledge. At the end, it is proposed an evaluative activity focused on research, based on the perspective of formative evaluation (LUCKESI, 1995).

**Keywords:** teaching unit, meaningful learning, mental model, physics teaching, acoustics.

---

\*olavolsf@gmail.com

## I. INTRODUÇÃO

A acústica é uma área da física facilmente aplicável ao cotidiano dos alunos, uma vez que os fenômenos sonoros estão presentes a todo momento no dia-a-dia. Entretanto, o estudo da ondulatória impõe um obstáculo para a aprendizagem, pois como esse tipo de onda não pode ser vista, exige a utilização de um modelo mental que, muitas vezes, dificulta a interpretação dos discentes. Em particular, por se tratar de uma onda longitudinal, baseada em compressões e rarefações do meio de propagação, seu ensino pode se encerrar em abstrações difíceis de serem alcançadas por alunos do Ensino Médio.

Visando solucionar esse problema, propõe-se neste trabalho uma sequência didática para o ensino de acústica, fundamentada nas teorias de aprendizagem significativa de Ausubel e de modelos mentais de Johnson-Laird. Essa proposta busca ensinar significativamente o conteúdo e subsidiar a construção de modelos mentais adequados ao conhecimento científico.

Ao final da realização desse conjunto de aulas, espera-se que o aluno consiga mobilizar os conhecimentos físicos com adequação e utilizá-los para a solução de um problema cotidiano. Além disso, que ele seja capaz de explicar como esses fenômenos físicos o auxiliaram na solução do problema, e identificá-los em outras situações do seu dia-a-dia.

## II. DESENVOLVIMENTO

### 1. Contextualização

O ensino de física está, muitas vezes, ligado a métodos didáticos tradicionais, com a aula em uma estrutura narrativa e o aluno como ouvinte. Além disso, quando se ensina acústica, frequentemente a teoria é apresentada sem relações aparentes com o mundo cotidiano, e com uma linguagem matemática incompreensível para a maioria dos alunos.

A proposta de uma sequência didática para o ensino de acústica em escolas de nível médio aqui apresentada visa auxiliar no enfrentamento desses problemas. Isso porque ela se fundamenta na aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1968), isto é, uma aprendizagem pautada na identificação precisa da estrutura do conhecimento objeto de ensino; na relação entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva<sup>1</sup> do aprendiz; na utilização de materiais que poderiam potencializar essa relação; e na hierarquização crescente de problemas, tendo em vista as suas soluções integradoras.

Associadamente, seria convocada a possibilidade de acionamento de modelos mentais (JOHNSON-LAIRD, 1983) com significados claros e precisos da física ondulatória, por meio de que se buscaria, ao final, evidências concretas da articulação dos novos conhecimentos em face da solução de problemas nos mais distintos níveis.

---

<sup>1</sup>Para os teóricos cognitivistas, estrutura cognitiva é o complexo organizado que engloba o conteúdo total de ideias na mente de um indivíduo. (MOREIRA, 1999)

Atingindo os objetivos traçados, é nossa hipótese que os alunos estariam mais bem preparados e capazes de transformar o conteúdo visto nas aulas em soluções práticas de problemas reais. Como estratégia que entendemos compatível com as referências adotadas, optamos por mobilizar tecnologias no ensino, considerando as diversas contribuições teóricas (LÉVY, 1993) que reforçam a relevância de utilizar recursos tecnológicos num contexto amplo de aprendizagem com alunos desta geração.

Sugere-se realizar o trabalho com alunos do 2º ano do Ensino Médio, visto que o conteúdo de acústica é comumente alocado neste série, sem prejuízos a que o seja em turmas do 3º ano. Não se recomenda a antecipação da discussão aqui presente no 1º ano do ensino médio, porque parte dos assuntos tratados naquela série, em especial aqueles relativos à Mecânica, são pré-requisitos ao melhor entendimento do assunto. As estratégias aqui sugeridas demandam que sejam realizadas em intuições de ensino que possuam laboratório de física ou, ao menos, os seguintes materiais:

- Computador com acesso à internet.
- Projetor multimídia.
- Caixas de som.
- Conjunto de diapasões.

## 2. Objetivos

A discussão presente neste artigo tem por objetivo apresentar e propor indicadores de avaliação de uma sequência didática para fenômenos sonoros, nas perspectivas teóricas da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) e dos modelos mentais (JONHSON-LAIRD, 1983).

São objetivos complementares, integrados à execução e avaliação da sequência didática:

- Demonstrar que os sons são a percepção de ondas sonoras.
- Diferenciar propriedades do som (altura, intensidade, timbre).
- Associar propriedades do som com suas fontes.
- Diferenciar efeitos sonoros da reflexão (eco, reverberação e reforço) e da ressonância, evidenciando aplicações.
- Apresentar modelos gráficos, simuladores e softwares utilizados no estudo de ondas.

## 3. Fundamentação Teórica

Um ponto primordial para o ofício de ensinar é entender como funciona o processo de aprendizagem. Nesse sentido, alguns autores defendem ideias diferentes para essa faculdade da mente. David Ausubel (1968), com uma visão cognitivista, define a aprendizagem como a organização e integração de novos materiais na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para que ocorra aprendizagem significativa, na perspectiva ausubeliana, são necessários conhecimentos prévios aos quais se relacionarão as novas informações. Estes são

os chamados subsunçores e sua capacidade de servir como âncoras do novo conhecimento é, segundo o autor, o fator que mais influencia na aprendizagem. Quando há pouca ou nenhuma interação entre os novos conceitos e os anteriores, a aprendizagem é dita mecânica<sup>2</sup>.

A fim de facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, que são materiais apresentados ao início de uma abordagem, com alto nível de abstração e generalidade. Esses servem como pontes cognitivas, facilitando a assimilação das novas ideias e organizando topograficamente os conhecimentos; dessa maneira, é mais provável que o conteúdo apresentável seja um material potencialmente significativo.

Além disso, a apresentação do conteúdo deve seguir princípios programáticos: o primeiro é a diferenciação progressiva, isto é, inicia-se com conceitos mais gerais e inclusivos para em seguida detalhá-los nos seus níveis de especificidade; o segundo é a reconciliação integrativa, o momento destinado a explorar a relação entre todas as ideias já apresentadas, incluindo o apontamento de similaridades ou diferenças entre elas.

Por fim, o autor afirma que o papel do professor é reconhecer no aluno a estrutura hierárquica do conhecimento a ser ensinado e garantir que este aluno apresente todos os subsunçores para tal. O professor também é responsável por buscar evidências de aprendizagem nas respostas dos alunos a questões não familiares, pois elas suscitam a posse, com clareza, assim como a transformação, dos conhecimentos adquiridos, o que sugere a ocorrência de aprendizagem significativa.

Por sua vez, embora com a perspectiva comum de prover compreensão em níveis avançados, Johnson-Laird (1983) trabalha a teoria dos modelos mentais. Ele os define como representações internas do mundo externo, sendo majoritariamente analógicas e dinâmicas uma espécie de simulação mental do mundo. Esse entendimento é muito útil para a Física, em particular, tendo em vista que as teorias são desenvolvidas sobre modelos representacionais da realidade. É bem verdade que o uso desta abordagem refere-se primariamente à construção de modelos mentais relativos a modelos materiais, mormente mecânicos, que podem ou não se adequar a determinado contexto físico. Esta perspectiva, por exemplo, pode gerar dificuldades em teorias excessivamente formais, como a Teoria das Cordas, que, entretanto, estão para além da possibilidade de compreensão do público alvo deste trabalho.

O autor também separa em níveis três entidades representacionais: as proposições estão em um nível mais baixo que os modelos mentais e suas imagens, já que o discurso pode gerar ambiguidades e tornar uma proposição verdadeira ou falsa em relação a um modelo. Imagens e modelos são analógicos, isto é, formados a partir da percepção, que é a fonte básica de modelos cinemáticos e dinâmicos.

Aprender, na visão de Johnson-Laird, é construir modelos mentais; e ensinar, jus-

---

<sup>2</sup>Ausubel (1968) define aprendizagem mecânica como a aprendizagem que estabelece pouca ou nenhuma relação entre as novas informações e os conceitos já armazenados. Nesse caso, o conhecimento se distribui arbitrariamente na estrutura cognitiva.

tamente o papel do professor, é facilitar a construção desses modelos, revisá-los e garantir que estejam em conformidade com o conhecimento científico.

Além disso, é notável que, no ambiente informatizado que se estabelece atualmente, o conhecimento por simulação ocasiona uma intuição de causas e efeitos de um sistema, como uma imaginação auxiliada por computador e se configura como um dos novos tipos de conhecimento (LEVY, 1993). Os modelos digitais são plásticos e dinâmicos, e por isso se caracterizam bem como análogos estruturais do mundo real, tendo em vista que são representações de alto nível.

De acordo com SANTOS (2006), a física é uma ciência de caráter experimental; logo, ensiná-la apenas verbalmente torna-se inadequado e costuma apresentar falhas. Portanto, a utilização de novas tecnologias no ensino de física, além de ressignificar o conceito de conhecimento, pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos físicos bem como para a construção de modelos mentais dinâmicos e intuitivos.

#### 4. Proposta de Sequência Didática

A estruturação das aulas da sequência didática aqui proposta, bem como a definição das estratégias a serem utilizadas, foram fundamentadas nas teorias da aprendizagem significativa de Ausubel e dos modelos mentais de Johnson-Laird. Dessa maneira, todas as aulas foram pensadas a fim de, primeiramente, reconhecer os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos e, considerando a estrutura da matéria, apresentar os novos conceitos, que reformulariam o seu modelo mental vigente.

Buscou-se apresentar esses novos conhecimentos de forma auditiva e visual, por serem as fontes básicas dos modelos mentais analógicos, evitando apresentá-los por meio de proposições, que é a forma mais usual de ensino de física. Nesse sentido, foi essencial o uso de tecnologias educacionais, conforme descreveremos mais à frente neste texto.

Na primeira aula, a apresentação da estrutura do conhecimento sobre acústica aos alunos funciona como um organizador prévio, para facilitar a assimilação dos tópicos que serão abordados nela e nas próximas aulas.

Em cada aula, existe um espaço que dá oportunidade ao professor buscar por evidências de aprendizagem significativa e reconhecer os subsunçores ausentes na turma, para então revisar estes conceitos e garantir que estejam presentes.

Os exemplos e as questões motivadoras foram sequenciados de forma progressiva; assim, cada aula exige que o aluno retorne ao conhecimento mais geral da aula anterior e o torne mais detalhado e específico. Ao final da sequência didática, uma proposta de avaliação retoma as ideias de todas as aulas, de forma que os alunos reflitam sobre aplicações dos conceitos abordados, transformem-nos e os relacionem, desenvolvendo a solução de um problema totalmente novo e de caráter reconciliador integrativo.

Para o desenvolvimento da sequência didática proposta, sugerimos a utilização de 6 (seis) aulas simples (de aproximadamente 50 minutos cada), o que nos parece proporcional, do ponto de vista curricular, à amplitude e ao nível dos tópicos propostos. No quadro a seguir, estão apresentados os temas e as atividades propostos para cada aula:

Número da Aula	Conceitos e Estratégias associados
Aula 1	<p><b>Conceito de onda e seus parâmetros</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação da sequência de aulas com os tópicos a serem abordados.</li><li>• Chegar a uma definição de onda e construir um modelo a partir de uma discussão com a turma:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ O que vocês conhecem como onda?</li><li>◦ Dê exemplos de ondas que você já viu ou sentiu.</li><li>◦ Quais aparelhos do seu dia-a-dia funcionam a partir de ondas?</li></ul></li><li>• Apresentar a representação gráfica do modelo matemático de onda e os parâmetros que a definem:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Comprimento de onda.</li><li>◦ Período e Frequência.</li><li>◦ Velocidade.</li><li>◦ Amplitude.</li><li>◦ Frente de onda e direção de propagação.</li></ul></li></ul>
Aula 2	<p><b>Classificação de ondas e de ondas sonoras</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retomar o modelo conceitual da aula anterior.</li><li>• Apresentar exemplos de ondas e tecnologias associadas, propondo a categorização em grupos.</li><li>• Introduzir as classificações de ondas quanto à natureza e à propagação.</li><li>• Reunir os exemplos relacionados ao som para defini-lo como um efeito ondulatório.</li></ul>
Aula 3	<p><b>Altura, Intensidade e Timbre</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retomar a interpretação do som como onda..</li><li>• Questionar:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Como e por que somos capazes de diferenciar sons diferentes?</li><li>◦ Quais são as propriedades da onda que permitem essa distinção?</li></ul></li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar, usando o simulador 1<sup>a</sup>, os conceitos de altura e intensidade, e como essas propriedades alteram graficamente o modelo.</li> <li>• Exemplificar os efeitos sonoras da frequência e intensidade das ondas e associar às notas musicais.</li> <li>• Apresentar, usando o software Audacity<sup>b</sup>, os diferentes formatos de ondas geradas por instrumentos diferentes, quando tocada a mesma nota musical.</li> </ul> <hr/> <p><sup>a</sup>Universidade de Colorado Boulder. PhET Simulações Interativas. Interferência de Ondas. Disponível em: &lt;<a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-interference">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-interference</a>&gt;.</p> <p><sup>b</sup>The Audacity Team. Audacity. Versão online disponível em: &lt;<a href="https://www.offdocs.com/index.php/desktop-online-video-audio-apps/audacity-audio-editor-online">https://www.offdocs.com/index.php/desktop-online-video-audio-apps/audacity-audio-editor-online</a>&gt;.</p>
<p>Aula 4</p>	<p><b>Efeitos da Reflexão, Difração e Ressonância</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura e discussão de dois textos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Por que é bom cantar no chuveiro? Superinteressante<sup>a</sup>.</li> <li>◦ Ecolocalização: Ultrassonografias, morcegos e golfinhos - Portal Educação<sup>b</sup>.</li> </ul> </li> <li>• Solicitar que retirem dos textos palavras ou termos científicos desconhecidos.</li> <li>• Discutir os conceitos retirados dos textos pelos alunos, utilizando os simuladores 2<sup>c</sup> e 3<sup>d</sup>:             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Interferência.</li> <li>◦ Reforço.</li> <li>◦ Reverberação.</li> <li>◦ Eco.</li> <li>◦ Difração.</li> <li>◦ Ressonância.</li> </ul> </li> </ul> <hr/> <p><sup>a</sup>SOEIRO, R. Por que é bom cantar no chuveiro? Superinteressante. Disponível em &lt;<a href="https://super.abril.com.br/comportamento/por-que-e-bom-cantar-no-chuveiro/">https://super.abril.com.br/comportamento/por-que-e-bom-cantar-no-chuveiro/</a>&gt;. Acesso em: 24 out. 2018.</p> <p><sup>b</sup>FERREIRA, P. N. J.. Ecolocalização: Ultrassonografias, morcegos e golfinhos. Portal Educação. Disponível em: &lt;<a href="https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/ecolocalizacao-ultrassonografias-morcegos-e-golfinhos/30082">https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/ecolocalizacao-ultrassonografias-morcegos-e-golfinhos/30082</a>&gt;. Acesso em: 24 out. 2018.</p> <p><sup>c</sup>Universidade de Colorado Boulder. PhET Simulações Interativas. Som. Disponível em: &lt;<a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound</a>&gt;.</p> <p><sup>d</sup>CNEC Educação. NOAS. Batimento Sonoro. Disponível em: &lt;<a href="http://www.noas.com.br/ensino-medio/fisica/ondulatoria/interferencia/batimento-sonoro/">http://www.noas.com.br/ensino-medio/fisica/ondulatoria/interferencia/batimento-sonoro/</a>&gt;.</p>

Aula 5	<p><b>Cordas vibrantes e tubos sonoros</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Questão motivadora:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Como funcionam os instrumentos musicais?</li></ul></li><li>• Explicação, utilizando os simuladores 4<sup>a</sup> e 5<sup>b</sup>, que abordam ondas estacionárias.</li><li>• Comparação, no software Audacity, de ondas formadas com diferentes comprimentos (L) no violão.</li><li>• Extrapolar para tubos sonoros, com a flauta.</li></ul> <hr/> <p><sup>a</sup>Walter Fendt. Apps on Physics. Simulador de ondas estacionárias. Disponível em: &lt;<a href="http://www.walter-fendt.de/html5/phen/standingwavereflection_en.htm">http://www.walter-fendt.de/html5/phen/standingwavereflection_en.htm</a>&gt;.</p> <p><sup>b</sup>The Physics Classroom. Simulador de ondas estacionárias. Disponível em: &lt;<a href="http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Waves-and-Sound/Standing-Wave-Patterns/Standing-Wave-Patterns-Interactive">www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Waves-and-Sound/Standing-Wave-Patterns/Standing-Wave-Patterns-Interactive</a>&gt;.</p>
Aula 6	<p><b>Classificação de ondas e de ondas sonoras</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Demonstrar o efeito de ressonância, utilizando diapasões e caixas de ressonância.</li><li>• Separação em grupos e instrução para a atividade:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Discutir como podemos descobrir a nota musical emitida por uma corda do violão e aplicar a metodologia para fazê-lo.</li></ul></li><li>• Todas as ferramentas apresentadas durante as aulas podem ser utilizadas.</li><li>• Individualmente, redigir e entregar texto contendo descritivo da metodologia utilizada, explicitando porque ela seria adequada.</li></ul>

## 5. Proposta de Avaliação da Sequência Didática

Os objetivos dessa sequência didática levam à formação de um sujeito com capacidade de soluções de problemas da vida cotidiana fundamentadas nos conhecimentos físicos. Nesse sentido, propõe-se uma atividade prática, com caráter experimental e realizada em grupo, como forma de avaliar se os objetivos das aulas foram alcançados ou quais pontos ficaram carentes de atenção.

O exercício proposto é que se estime a nota da escala natural musical emitida pela vibração de uma das cordas do violão. Para tal, estariam à disposição dos alunos todas as ferramentas utilizadas durante as aulas: instrumentos musicais, software de simulação e edição musical, computador conectado à internet e o conjunto de diapasões. Eles devem, então, discutir em grupos de quatro a seis integrantes como fariam para solucionar um problema dessa natureza. O professor deve estimular e

interferir nas discussões, se necessário, mas a prioridade é que seja um espaço para que os alunos investiguem com algum grau de autonomia. Ao final, cada aluno deve redigir um pequeno texto por meio do qual descreva a metodologia usada pelo grupo explicando os princípios físicos envolvidos nela. Mesmo sendo uma atividade em grupo, é importante que as tentativas de descrição sejam individuais, de modo que o professor possa analisá-las de forma personalizada e, a partir das evidências de aprendizagem significativa ou não, possa confirmar a pertinência das estratégias ou reorientá-las.

A avaliação deve fazer parte do processo de ensino, não sendo apenas um método de verificação das habilidades e conhecimentos adquiridos pelo aluno ao final do processo. Para Luckesi (1995) e Morales (2003), a avaliação formativa tem uma função reguladora, que permite aos alunos e professores ajustarem suas estratégias, a fim de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Portanto, essa atividade será avaliada com critérios qualitativos, são eles:

- Participar da discussão da metodologia.
- Adotar metodologia coerente.
- Associar o som emitido pelo violão a um fenômeno ondulatório.
- Reconhecer que a propriedade analisada é a altura do som.
- Correlacionar altura e nota musical à frequência de vibração da corda.
- Perceber o fenômeno de ressonância na corda quando exposta a frequências próximas.
- Utilizar de forma adequada os instrumentos e ferramentas fornecidos.
- Abordar corretamente os conceitos físicos na explicação da metodologia.

Ao avaliar o texto, o professor deve buscar evidências de aprendizagem significativa, o que inclui os indicadores mencionados acima e também representações no texto que revelam os significados do modelo mental construído pelo aluno. Espera-se que um bom modelo mental ocasione na redação termos que remetam a periodicidade, frequência, frequência natural, pressão do ar, transferência e transformação de energia.

Após a avaliação, o professor deve mostrar uma das possíveis soluções e explicar a metodologia à turma. Além disso, ele deve comentar em quais indicadores foram observadas evidências de aprendizagem significativa ou não, para que posteriormente os alunos tenham a oportunidade de reescrever o texto, corrigindo os apontamentos feitos professor.

### III. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma sequência didática para o ensino de acústica para alunos do Ensino Médio. Ela foi desenvolvida com base nas teorias de aprendizagem significativa de Ausubel e dos modelos mentais de Johnson-Laird, cuja articulação buscou

sustentar e justificar os objetivos e estratégias adotadas na programação das aulas e na estruturação da avaliação.

Dessa maneira, foi apresentada uma sequência programática dos tópicos da acústica em diferenciação progressiva, até chegar a um bom nível de detalhamento; então, uma atividade avaliativa foi pensada para realizar uma reconciliação integrativa desses conhecimentos. Buscou-se adicionar às aulas algumas tecnologias educativas para a estruturação de representações mentais de alto nível.

Por fim, espera-se que seja facilitada a formação de indivíduos capazes de transformar o conteúdo estudado nas aulas em soluções práticas, favorecidamente pelo uso de tecnologias digitais da informação e comunicação aplicadas ao ensino de física.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BATISTA, J. L. P. Uma proposta de ensino de acústica a partir da análise dos timbres de instrumentos musicais do samba. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18882/1/PropostaEnsinoAcustica.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2018.

DARROZ, L. M.; MARCANTE, T. E.; ROSA, C. W. A avaliação no ensino de Física: práticas e concepções dos professores. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 41-53, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-66662012000200005](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662012000200005)>. Acesso em: 23 out. 2018.

ERROBIDART, N. C.G. et al. Modelos mentais e representações utilizadas por estudantes do ensino médio para explicar ondas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 440-457, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/258510206\\_Modelos\\_mentais\\_e\\_representacoes\\_utilizadas\\_por\\_estudantes\\_do\\_ensino\\_medio\\_para\\_explicar\\_ondas](https://www.researchgate.net/publication/258510206_Modelos_mentais_e_representacoes_utilizadas_por_estudantes_do_ensino_medio_para_explicar_ondas)>. Acesso em: 24 out. 2018.

FERREIRA, P. N. J. Ecolocalização: Ultrassonografias, morcegos e golfinhos. Portal Educação. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/ecolocalizacao-ultrassonografias-morcegos-e-golfinhos/30082>>. Acesso em: 24 out. 2018.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: 34, 1993.

LUCKESI, C. C. (1995). Verificação ou avaliação: o que a escola pratica. In: \_\_\_\_\_. *Avaliação*

da aprendizagem escolar. São Paulo: Cortez, p. 85-101.

MATIAS, R.; FRATTEZI, A. Física geral para o ensino médio: volume único. São Paulo: HARBRA, 2008.

MAZETI, L. J. B. Sequência Didática: Uma alternativa para o ensino de acústica no Ensino Médio. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 2017. Disponível em: <[http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao\\_lucas.pdf](http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_lucas.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2018.

MELO, R. B. F. A utilização da TICs no processo de ensino e aprendizagem da física. Anais Eletrônicos. Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, 3. Universidade Federal de Pernambuco, 2010. Disponível em: <<http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Ruth-Brito-de-Figueiredo-Melo.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MORALES, P. S. J. (2003). Avaliação escolar: O que, como se faz? São Paulo: Ed. Loyola.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

SOEIRO, R. Por que é bom cantar no chuveiro? Superinteressante. Disponível em <<https://super.abril.com.br/comportamento/por-que-e-bom-cantar-no-chuveiro/>>. Acesso em: 24 out. 2018.

Duncan, M. J., Levison, H. F. & Lee, M.H. (1998). A.J., 116, 2067.

Baruteau et al. (2014) in: Protoplanetary Disks and Stars VI, University of Arizona Press, 667.

---

Se você utilizar a seção acima, apague o comando “`bibliographymain`” do código. A referência também pode ser criada usando Bibitem, BibTeX, BibLaTeX etc. Caso você use BibTeX, apague a seção acima, insira as referências no arquivo “`main.bib`”. Depois cite segundo este modelo: (GREENWADE, 1993). Ou, para citar várias referências juntas, assim: (GREENWADE, 1993; WIKIMEDIA COMMONS, 2008). Suas referências ficarão assim:

## REFERÊNCIAS

GREENWADE, G. D. The Comprehensive Tex Archive Network (CTAN). *TUGBoat*, v. 14, n. 3, p. 342–351, 1993. 37

WIKIMEDIA COMMONS. *File: LaTeX logo.svg*. 2008. Upload de EmilJ. Disponível em: <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/LaTeX\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/LaTeX_logo.svg)> – acesso em 24 jan. 2019. 37



# PROPOSTA DE PLANO DE AULA PARA O ENSINO DE FÍSICA

## LECTURE PLAN PROPOSAL FOR PHYSICS TEACHING

MARCELLO FERREIRA\*<sup>1</sup> OLAVO L. S. FILHO<sup>†1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade de Brasília

---

### Resumo

*Neste trabalho, buscamos referenciar e apresentar uma proposta de plano de aula para utilização em diversos contextos do ensino de física. Em particular, vislumbramos a sua utilidade para a organização de sequências didáticas produzidas no contexto da proposta de aplicação educacional em mestrados profissionalizantes, tendo em vista a formação continuada e qualificada para o exercício profissional sob o pressuposto da profunda reflexão das práticas instituídas. Para isso, apresentamos e discutimos uma visão sobre o processo instrucional e, no seu particular, sobre a aula, passando a indicar diretrizes (e não mais que isso!) para a proposição, o desenvolvimento e a avaliação de uma aula. Cabe ressaltar, por fim, a incompletude, as limitações e mesmo a provisoriidade de qualquer esforço como este que aqui se apresenta, qual seja, a proposição de modelos frente a complexidade de qualquer processo educacional. De todo modo, o arriscaremos à guisa de iniciar e parametrizar essa importante e ainda rarefeita discussão no campo do ensino de física.*

**Palavras-chave:** ensino de física; plano de aula; sequência didática.

---

### Abstract

*In this work, we seek to reference and present a proposal of a lesson plan for use in various contexts of physics teaching. In particular, we envisage its usefulness for the organization of teaching units produced in the context of the proposal of educational application in professional masters, in view of the continued formation and qualified for the professional exercise under the presupposition of the deep reflection of the established practices. To do this, we present and discuss a vision about the instructional process and, in its particular, about the class, starting to indicate guidelines (and not more!) for proposing, developing and evaluating a lesson. Finally, it is worth mentioning the incompleteness, limitations and even the provisional nature of any effort such as this one, that is, the proposition of models against the complexity of any educational process. In any case, we will risk it in order to initiate and parameterize this important and still rarefied discussion in the field of physics teaching.*

**Keywords:** physics teaching; lesson plan; teaching unit.

---

\*marcellof@unb.br

†olavolsf@gmail.com

## I. INTRODUÇÃO

O processo educativo deve se subordinar às finalidades educacionais. Essa é a premissa de qualquer trabalho pedagógico e, em última instância, da didática.

A instrução se refere à formação intelectual, formação e desenvolvimento das capacidades cognoscitivas mediante o domínio de certo nível de conhecimentos sistematizados. O ensino corresponde a ações, meios e condições para realizar a instrução; contém, pois, a instrução  
LIBÂNEO, 1994, p. 23

O processo de ensino pressupõe a docência e a discência, o professor e o aluno. Entretanto, ele não é neutro envolve diversas condições estruturais e culturais, dentre o que: ideologia, políticas públicas de educação, financiamento, infraestrutura e gestão escolar, currículo, materiais didáticos, formação, carreira e condições de trabalho dos professores, condições escolares, relações familiares, cultura média da população etc. Ele visa, sobretudo, ao compartilhamento de significados e ao desenvolvimento de certas habilidades de observação, análise, síntese e formulação de pensamento e crítica.

A execução do ensino se dá pelo sequenciamento didático, que é a forma típica por meio da qual se podem organizar atividades em termos dos assuntos e dos procedimentos. Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97), sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito.

A aula é a forma mais recorrente de organização dos processos de ensino escolares. Libâneo (1994, p. 177-178) a concebe

[...] como o conjunto dos meios e condições pelos quais o professor dirige e estimula o processo de ensino em função da atividade própria do aluno no processo de aprendizagem escolar, ou seja, a assimilação consciente e ativa dos conteúdos. Em outras palavras, o processo de ensino, através as aulas, possibilita o encontro entre os alunos e a matéria de ensino, preparada didaticamente no plano de ensino e nos planos de aula  
LIBÂNEO, 1994, p. 177-178

As fases coordenadas da aula envolvem a anunciação de problemas e objetivos e o contato articulado entre conhecimentos prévios e ensino dos novos assuntos, atravessadas por formas de controle e avaliação.

Embora exista um modelo aparentemente predominante de planejamento de aulas, o ensino continua sendo objeto de muitas lacunas de concepção e mesmo de sistematização. Essa evidência pode ser notada em praticamente toda a produção científica da área de Ensino no Brasil, que reitera constantemente a descoordenação do ensino no País, desde o âmbito mais estratégico das diretrizes e do planejamento até aquele mais basilar da aula propriamente dita. Ela se confirma nas impressões que temos ao ministrar cursos de

metodologias, práticas de ensino ou mesmo estágios nas licenciaturas e na pós-graduação em ensino <sup>1</sup>, se agravando quando nos detemos à área de física, historicamente marcada pela preponderância tecnicista e pelo viés denominado conteudista.

Os cursos de formação de professores e, em particular, as disciplinas de Didática não têm sido suficientes para proporcionar condições mínimas de reflexão e de organização de aulas, em parte pelas limitações autocontidas em cursos dessa natureza, em outra pela evidente dificuldade de isso dar-se em âmbito propedêutico, de forma desconectada dos aspectos teóricos, epistemológicos e metodológicos específicos da área do conhecimento para a qual se pretende planejar aulas.

É com esse objetivo, portanto, que buscamos apresentar uma proposta de estruturação de um plano de aula, mais identificado aos estudos e às práticas no campo do ensino das ciências e, particularmente, da física. Ele, sem dúvidas, arrasta de antemão um conjunto de concepções e de fundamentos teóricos próprios dos seus idealizadores; de outro modo, não explicita possibilidades (de concepções, de abordagens, de inovação etc.), mesmo que consideradas importantes, pela natureza pragmática e introdutória daquilo a que se propõe.

Não podemos, outrossim, desconsiderar a complexidade e mesmo a incompletude desta proposição, que busca mais ampliar o espaço de reflexões do que introduzir um campo de determinações sobre a formulação de um plano de aula.

Feitas essas necessárias ponderações, apresentamos a seguir os elementos (mínimos) que julgamos importantes para a constituição de um plano de aula, todos eles acompanhados de descritivos em caráter propositivo.

## II. PROPOSTA DE PLANO DE AULA

### 1. Identificação

---

<sup>1</sup>Quer-se aqui enfatizar esse aspecto no âmbito dos mestrados profissionais em ensino, que ainda correspondem a um campo recente de pós-graduação e de pesquisa no Brasil. Sobre isso, recomenda-se atentar ao conteúdo da Portaria Capes nº 389, de 23 de março de 2017, que dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação stricto sensu. Naquele documento, podem ser encontrados os motivadores e os objetivos dessa tipologia formativa, sobre o que queremos destacar: capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho [...] e [...] promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes de naturezas diversas, visando melhorar a eficácia e a eficiência das organizações públicas e privadas por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados (BRASIL, 2017, art. 2, ênfases adicionadas).

Nível de ensino	Fundamental / Médio / Tecnológico / Superior
Instituição	Nome da Escola
Natureza	Aula Regular / Estágio / Seminário / Sequência Didática
Docente responsável	Nome Completo
Modalidade	Presencial / EaD / Híbrida
Área do conhecimento	Disciplina
Tema da aula	Área do Conhecimento (p. e., Mecânica, Termodinâmica, Física Moderna)
Título (Tópico) da aula	Especificar o assunto abordado
Tipo predominante	Teórica / Experimental / Mista
Duração prevista	Tempo total previsto (formato: 50min ou 1h40)

## 2. Problema

Descrever o problema central da aula, isto é, a pergunta a ser retomada após as estratégias didáticas e que será objeto da avaliação qualitativa.

## 3. Objetivo principal

Descrever, utilizando verbos no infinitivo, os conhecimentos, as competências e as habilidades previstas com a aula. O objetivo precisa ser avaliável e é recomendado que se usem aqui os objetivos de ensino ou de aprendizagem, de forma uniforme e harmônica.

### 3.1 Objetivos complementares

Descrever conhecimentos, competências e habilidades que, mesmo não sendo objeto principal da aula, também são objeto secundários de sua ministração. Os objetivos complementares precisam ser avaliáveis e é recomendado que se usem aqui os objetivos complementares de ensino ou de aprendizagem, de forma uniforme e harmônica.

## 4. Conhecimentos introdutórios relevantes

Descrever, com clareza, quais os conhecimentos (conceitos, teorias, habilidades matemáticas, técnicas experimentais) que são imprescindíveis para que os objetivos da aula sejam alcançados. Esses conhecimentos introdutórios relevantes devem ser retomados na introdução da aula, para a obtenção de êxito.

## 5. Metodologia

A descrição metodológica deve conter a concepção e a forma de ministração da aula, para a obtenção dos objetivos traçados. Neste campo, é esperada a descrição sucinta e categórica das atividades previstas. Na seção seguinte, estas categorias deverão ser detalhadas.

### 5.1 Estratégias didáticas

Devem ser indicadas as estratégias didáticas pensadas a propósito daquilo que foi objetivado, coerentemente com o que foi previsto (objetivos, conteúdo, tipo de aula,

tempo previsto etc.). Descrever as estratégias didáticas sequencialmente, citando-as e explicando a forma como elas serão conduzidas. Para que seja eficaz, esta descrição deve conter todos os detalhes e permitir a qualquer outro professor, apenas de posse dela, reproduzir as estratégias indicadas.

## 6. Recursos necessários

Indicar claramente os recursos que serão necessários, com as devidas especificações. Especialmente quando as aulas envolverem práticas experimentais, demonstrações ou uso de tecnologias, esse item deve ser ainda mais claramente detalhado.

## 7. Proposta de Avaliação (com referencial teórico)

A avaliação de uma aula é um dos elementos mais importantes. Não se trata de teste ou tampouco de verificação se os alunos aprenderam o que foi ensinado. A avaliação deriva de um processo de reflexão sobre o que se pretende do processo de ensinar e, por isso, requer um referencial teórico. Avaliar diz respeito a que tipo de práticas pretendemos endossar, em que tipo de sociedade e a partir de que meios. Avaliar também não diz respeito apenas a saber se o sujeito aprendeu ou não a Física que ensinamos; entretanto, se a forma como nos dispusemos a ensinar foi adequado ao contexto, à realidade e às particularidades. Então, é bom ler e pensar um pouco sobre avaliação antes de escrever algo sobre. Neste campo, espera-se uma descrição genérica e categorial da visão e do objetivo de avaliação. No próximo item, devem ser indicados os instrumentos e indicadores. É preciso garantir que os objetivos traçados tiverem a oportunidade de serem alcançados e que o problema central da aula pode ser minuciado.

### 7.1 Especificação dos elementos formais de avaliação

Descrever os itens avaliativos e respectivos indicadores, isto é, os elementos por meio dos quais se pretende saber se os objetivos escolhidos foram adequados e atingidos; se o percurso foi bem feito e efetivo; e se a aprendizagem ocorreu, que é a finalidade de ensinar. Deve ser indicado como se pretende garantir que o problema e os objetivos geral e específicos sejam alcançados e, não o sendo na primeira tentativa, quais seriam as formas de fazê-lo alternativamente.

## 8. Sugestões de Leituras complementares

Uma aula nunca teve ter fim em si mesmo. Além do livro e do que o professor discute em sala, é sempre importante recomendar outras leituras (outros textos, de forma geral, o que podem incluir audiovisuais e aplicativos), que complementem e ampliem a discussão. Isso forma mais do que sabedores de Física; forma cidadãos e alguns intelectuais.

## 9. Referências

Indicar, nas normas da ABNT, as referências utilizadas na elaboração do plano de aula e na preparação da aula.

### III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos atendido, ao fim, o objetivo de referenciar e apresentar uma proposta de plano de aula para utilização em diversos contextos do ensino de física, em particular em sequências didáticas para mestrados profissionais na área. Isso se deu a partir da definição do que seja um processo instrucional e sua unidade mais fundamental a aula, passando pela apresentação de diretrizes para a sua proposição, o seu desenvolvimento e a sua avaliação.

Essa proposição se compreende limitada e incompleta, dado caráter multifacetado e complexo de qualquer processo instrucional. Entretanto, a entendemos importante como incentivo para, de alguma maneira, parametrizar esse tipo de prática, em particular no âmbito do ensino de física, como forma de exemplificação, mas, desde logo, como objeto de crítica.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Portaria n° 389, de 23 de março de 2017. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação stricto sensu. 2017.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento, p. 95-128. In.: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1994.

---



# A APLICAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS PARA ALUNOS DO ÚLTIMO ANO DE UM CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

APPLICATION OF PHYSICAL CONCEPTS TO STUDENTS OF TECHNICAL EDUCATION IN BUILDINGS

LARISSA DOS SANTOS BORN<sup>\*1</sup>, MARCELLO FERREIRA<sup>†1</sup>,  
OLAVO L. S. FILHO<sup>‡1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física – Universidade de Brasília

---

## Resumo

*Discutimos neste artigo uma proposta de intervenção didática para o último ano de um curso de Ensino Técnico em edificações visando à aplicação de conceitos físicos estudados pelos alunos nos anos anteriores do curso. Pautada nas teorias de Vygotsky (1989) e Carl Rogers (1969), a abordagem metodológica utilizada pressupõe o indivíduo como ser ativo no seu processo de aprendizagem e desenvolvimento, convergindo para os seus objetivos e sua satisfação. Busca-se que os estudantes ganhem autonomia, desenvolvam a criatividade frente a um problema e desenvolvam-se nos âmbitos pessoal e acadêmico, por meio da interação social e das práticas desenvolvidas no projeto. A partir das abordagens de Luckesi (2002) e de Carl Rogers (1986), a avaliação da aprendizagem desse projeto visa diagnosticar o processo e utiliza-se da autoavaliação buscando a apropriação de conceitos e o desenvolvimento crítico e autônomo do aluno.*

**Palavras-chave:** ensino técnico, Física, Vygotsky, Carl Rogers.

---

## Abstract

*In this paper, we discuss a didactic intervention proposal for the last year of a Technical Education in buildings, aiming at the application of physical concepts studied by the students in the previous years of the course. Based on the theories of Vygotsky (1989) and Carl Rogers (1969), the methodological approach used presupposes the individual as an active being in his learning and development process, converging towards his goals and his satisfaction. Students are expected to gain autonomy, develop creativity in the face of a problem and develop in the personal and academic spheres, through social interaction and the practices developed in the project. From the*

---

\*lary\_born@hotmail.com

†marcellof@unb.br

‡olavolsf@unb.br

*approaches of Luckesi (2002) and Carl Rogers (1986), the appraisal of the learning of this project aims to diagnose the process and uses self-evaluation, seeking the appropriation of concepts and the critical and autonomous development of the student.*

**Keywords:** *technical education, Physics, Vygotsky, Carl Rogers.*

---

## I. INTRODUÇÃO

É amplamente evidenciado, em trabalhos acadêmicos relacionados e nos relatos dos professores da educação básica, que o ensino de física atual possui, de modo geral, um caráter reprodutista e mecânico. Os alunos são submetidos a diversas informações com pouca criticidade e sem que se estabeleça, de maneira adequada, a interação entre o indivíduo, a nova informação e a sociedade. Visando contrapor-se a esse ensino mecanizado, apresentamos esta proposta inspirando-nos em estudos sobre o desenvolvimento e a aprendizagem, bem como em abordagens metodológicas e de avaliação alternativas.

Este projeto de ensino tem por objetivo propiciar, aos alunos do último ano do Ensino Técnico em edificações, a reorganização e (re)construção de conceitos físicos numa perspectiva prática da construção civil. Isto é, possibilitar ao aluno uma preparação segura e comprometida com a realidade que será brevemente vivenciada no mercado de trabalho, guiada pelo desenvolvimento dos conceitos científicos atrelados à sua prática. À vista disso, pretendemos perpassar as áreas clássicas da física (Mecânica, Ondulatória, Termodinâmica e Eletromagnetismo), em contexto prático, buscando e retomando os conceitos físicos ensinados aos alunos nos anos anteriores.

A metodologia pretendida propiciará que cada aluno busque sua autonomia, desenvolva sua criatividade e seja um sujeito ativo no seu processo de aprendizagem e desenvolvimento (COELHO L; PISONI, 2012). As atividades desenvolvidas buscarão agir sob a zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1991) de cada aluno, a propósito de que serão desenvolvidos trabalhos coletivos e debates, estimulando a interação entre os indivíduos e entre o indivíduo e o tema.

As demais atividades propostas buscam introduzir os alunos ao ambiente da construção civil, como as visitas guiadas a obras e a demais espaços relevantes, e oportunizar a reorganização e a ampliação dos conceitos científicos dos anos iniciais do curso por meio da apresentação e discussão crítica, acessando os conhecimentos prévios dos alunos.

À busca de uma aprendizagem significativa com um enfoque vygotkiano (MOREIRA M. A.; CABALLERO, 1997), a intervenção didática proposta visa facilitar a internalização dos conceitos por meio dos signos, dos instrumentos e da interação social pelo ser ativo. Referenciado na teoria do desenvolvimento de Vygotsky (1989), o professor encarrega-se de facilitar essa internalização atuando como mediador, direcionador de conceitos, possibilitador de momentos com potencial de construção do conhecimento; isto é, o professor deve viabilizar que os estudantes tornem-se pessoas plenamente funcionais (FERRARI, M., 2018).

A avaliação do desenvolvimento e da aprendizagem do aluno é de caráter formativo neste projeto. Busca-se o diagnóstico e a autoavaliação do aluno durante o processo por meio

de atividades de internalização e reflexão de conceitos, como estudos dirigidos e relatórios das atividades, para que, com o feedback da atividade desenvolvida, o aluno tenha a oportunidade de melhorar e reorganizar as informações mal internalizadas. A avaliação tem enfoque qualitativo sob a aprendizagem (LUCKESI, 2017), visando diagnosticar o desenvolvimento do aluno por meio dos documentos avaliativos e do desenvolvimento real enquanto indivíduo, o que será dado pela sua postura, pelo seu comprometimento e pela sua autocrítica do trabalho realizado.

O público alvo deste projeto de ensino são alunos do último ano do Ensino Técnico Integrado, com enfoque em edificações. Essa modalidade de ensino tem por finalidade preparar os alunos para o mercado de trabalho; dessa maneira, a ênfase é profissionalizante e prática. A realidade socioeconômica da maioria dos alunos que se encontram nessa categoria de ensino é vulnerável muitos deles encontram-se nesse tipo de curso devido a uma demanda pessoal ou familiar de ingressar o quanto antes no mercado de trabalho. Tendo em vista o cenário apresentado, as atividades desenvolvidas buscarão mostrar e salientar possibilidades de futuro, pautadas nos conhecimentos adquiridos nos anos anteriores e nas práticas desenvolvidas durante o projeto.

A sugestão de implementação deste projeto é de um semestre, dividido em quatro etapas, nas quais os alunos desenvolverão diversas atividades com finalidades e procedimentos distintos. Essa divisão e diferenciação entre as etapas busca o aprimoramento da criatividade do aluno e do grupo, assim como a quebra de monotonicidade do ambiente educacional.

As estratégias didáticas recomendadas, conforme os objetivos deste artigo, são: pesquisas em campo para, por exemplo, interpretar a acústica de um teatro, as formas corretas de arquitetura, qual obteve êxito ou não e como melhorá-las; visitas guiadas a obras, para visualizar, na prática, vigas, pilares, efeitos de cisalhamento, torções e flambagem por distribuição incorreta de forças; experimentos visando compreender questões térmicas, como o conforto ambiental, revestimentos e estratégias de projeto mais adequadas para cada zona climática e para cada função arquitetônica e estrutural; projetos desenvolvidos em colaboração, visando à segurança com equipamentos elétricos, o funcionamento de uma gaiola de Faraday, a importância do aterramento, formas de energias renováveis etc.

Por meio das estratégias didáticas descritas, o projeto busca instrumentar o aluno em seus processos decisórios, além de possibilitar o contato com a prática profissional e estabelecer a conexão com os conhecimentos científicos aprendidos. As atividades desenvolvidas visam possibilitar que o indivíduo se torne plenamente funcional (FERRARI, M., 2018), por meio do reconhecimento pessoal, acadêmico e social.

A importância deste projeto se mostra de maneira especial na desigualdade de oportunidades e na precariedade da formação no ensino médio, levando-nos a buscar propostas referenciadas teoricamente que convirjam para o ideal de ampliação de conhecimento, vinculação teórico-prática e para desenvolvimento pessoal e coletivo.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ensinar é uma tarefa de mediação e o desenvolvimento tem caráter sociointeracionista. Como defende Vygotsky (1991), a internalização dos signos somente é construída por meio da interação do sujeito, dos objetos e da sociedade. Isto é, a educação não é feita

numa relação de dois indivíduos, professor e aluno, mas em uma interação complexa e multifacetada, utilizando das funções psicológicas superiores com signos e instrumentos, a partir de uma interação com o meio, advinda da cultura, da sociedade, dos indivíduos e dos objetivos mútuos.

Como discute Moreira (1997), na perspectiva vygotskiana, a aprendizagem significativa de um novo conhecimento ou conceito se dá acessando, de forma não arbitrária e substantiva, o conhecimento e as experiências acumuladas do indivíduo, por meio da interação social e da utilização de signos e instrumentos. Isso significa que, ao apresentar um(a) novo(a) informação/conhecimento/conceito, ele(a) será significativo(a) caso se relacione com algo que o estudante já conheça, já internalizado e que vá ao encontro dos seus próprios objetivos e planejamentos (ZIMRING, 2010). O que caracteriza a aprendizagem não é a formalidade com o que foi apresentado ou compreendido, mas o conhecimento e a sua substantividade, visto que, a partir de um certo conceito aprendido, pode-se expressá-lo de diversas formas.

Como mostra Coelho e Pisoni (2012, p. 148), "a aprendizagem é um processo contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro", isto é, aprender é um processo interativo indivíduo-mundo, ativo e continuado, em que a educação ocorre com o desenvolvimento desse processo. Vygotsky (1991) relaciona o processo de desenvolvimento do indivíduo com a sua capacidade de aprendizado.

Para tal, dois níveis de desenvolvimento são determinados: o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro nível diz respeito ao desenvolvimento já completado, às conquistas consolidadas, isto é, capacidades ou funções em que o indivíduo já realiza sozinho e sem auxílio. O desenvolvimento potencial diz respeito ao que o indivíduo pode realizar com o auxílio de outro, por meio de diálogo, colaboração, imitação etc. É dessa maneira que se estabelece o conceito de zona de desenvolvimento proximal: O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente (VYGOTSKY, 1991, p. 58). A zona de desenvolvimento proximal, portanto, é caracterizada pela distância entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial, isto é, o conhecimento alcançável pelo indivíduo por mediações, colaborações, observações e outras interações.

Destaca-se que a aprendizagem deve ser favorecida por meio do conteúdo a ser ensinado, já que esse deve ser potencialmente revelador e o aluno deve cooperar, relacionando o novo conhecimento de maneira consistente e não arbitrária. Como destaca Rogers (1969), a liberdade do aprender é sufocada pela ditadura do conteúdo; dessa forma, a seleção dos conteúdos deve levar em conta os seus objetivos, a quem e em qual contexto será ensinado, salientando que não se deve estar restrita a um conteúdo, pois a aprendizagem não deve ser ditada e sim construída.

Uma questão importante é como se dá o papel do professor e do aluno e a relação entre eles, que deve ser caracterizada por respeito, reciprocidade, responsabilidade, confiança e destituída de noções de hierarquia (FERRARI, 2008). O papel do aluno é o de se comprometer. Como afirma Rogers (1969), o ser humano sabe o que é melhor para si; portanto, o aluno deve, por meio da disciplina, da atenção e do interesse, focalizar o objetivo da aprendizagem e do seu desenvolvimento, sendo ativo nesse processo, além de crítico e interativo com o seu meio sociocultural.

Dessa forma, o papel do professor é oportunizar momentos com potencial de construção do conhecimento e conduzir o aluno ao conhecimento dos conceitos científicos por meio do acesso aos conceitos cotidianos. Na mediação da aprendizagem, deve construir, conjuntamente com o aluno, seu desenvolvimento, possibilitando o trânsito entre as zonas de desenvolvimento proximal e real, bem como a apropriação de diferentes metodologias e meios de conhecimento. A mediação pressupõe reorganizar, focalizar, permear o desenvolvimento e o processo de aprendizagem, favorecendo a autonomia e a interação social.

Nessa perspectiva, o professor é corresponsável pelo diagnóstico da aprendizagem. Ele possui das funções centrais: gestor da sala de aula (gestor da ação pedagógica) e avaliador dos resultados de sua ação (LUCKESI, 2017). O professor não é uma figura autoritária, alguém que detém o conhecimento, muito menos uma figura não passível de erro. A aula é um momento de construção coletiva, de modo que o professor deve ter uma autocrítica de sua ação, para viabilizar o diagnóstico da aprendizagem dos seus alunos a partir do seu desenvolvimento.

Além do diagnóstico da aprendizagem promovido pelo professor, a autoavaliação dos alunos é eficiente para que eles se habituem a identificar e a corrigir seus erros, além de ser uma forma de autocrítica da ação pedagógica, para reorganização e correção. Como mostra Zimring (2010, p. 95), a autoavaliação ocorre quando a pessoa tem de assumir a responsabilidade de decidir quais os critérios importantes para si, quais os objetivos que tenta atingir e a extensão até onde os atingiu, que realmente aprende a ser responsável por si próprio, e por suas direções. Portanto, em diversas atividades educativas, e enfaticamente naquelas de caráter experimental, essa forma de avaliação se torna coerente, pois o indivíduo será a melhor pessoa para diagnosticar sua aprendizagem, além de observar os pontos a serem ampliados, melhorados e reorganizados.

Embora não seja consenso, há um grupo de teóricos do ensino que, embasados em Ausubel (1968), defendem a aprendizagem mecânica como intermediária daquela de caráter significativo.

Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados para o sujeito, a aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal [...]. Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos.  
(MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997, p. 2)

Dessa forma, pode-se ver que a aprendizagem mecânica não é contraposta à aprendizagem significativa. Pode-se atribuir um significado a uma aprendizagem mecânica e transformá-la em útil, por meio da relação com os conceitos já internalizados e da interação social. Dessa forma, a aprendizagem mecânica lança mão da memória do aprendiz, de forma que, por meio desses aprendizados desconexos e aleatórios, a memória é capaz de sintetizar com sucesso o passado e o presente de maneira conveniente ao propósito de

uma internalização significativa (VYGOTSKY, 1991, p. 27). É possível aprender conceitos que parecem desconexos e aleatórios, mas que, no futuro, venham a ser significativos e agregadores.

A proposta de ensino aqui contida, portanto, busca a articulação entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa na perspectiva da mediação e da interação soci-contrutivista fundamentada em Vygostky (1991). Pressupomos que conscientizar a prática destina-se a ampliar o conhecimento do estudante, além de esclarecer e clarear o seu processo de aprendizagem e desenvolvimento. Além disso, a dar sentido e significado a ela, por meio do conhecimento científico acumulado, de forma consciente e metodológica. É com base nesses pressupostos que aqui delineamos uma proposta de ensino de física a alunos do ensino técnico, privilegiando a interação teoria-prática.

### III. ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Este projeto de ensino será desenvolvido em um semestre letivo para uma turma de Ensino Técnico em edificações, havendo possibilidade de adaptação de cronogramas e conteúdos. O tempo de desenvolvimento sugerido é de 4 (quatro) meses; em cada um deles, o objeto será a discussão de uma das áreas clássicas da física. Dessa forma, o projeto foi dividido em quatro etapas de 4 (quatro) semanas cada, com um encontro semanal de 4 (quatro) horas.

De início, as quatro etapas possuem o mesmo princípio, a partir da fundamentação teórica, que é acessar os conceitos já conhecidos dos alunos por meio de debates impulsionados por problemas ou situações apresentadas, buscando protagonismo dos alunos e havendo a mediação do professor na organização dos conceitos. Dessa forma se iniciam todas as etapas, a partir de rodas de conversa, em que os alunos irão dialogar sobre os conceitos por meio de situações e problemas expostos pelo professor, preferencialmente em formato de imagens ou de vídeos, buscando os conceitos conhecidos previamente, caracterizando e mostrando o desenvolvimento real de cada aluno.

Durante os debates, os alunos serão avaliados pelas colocações, pela argumentação e pela troca de experiências. Nesse momento já se inicia uma autoavaliação do aluno, diagnosticando os conceitos já internalizados ou os conceitos que precisam ser aprendidos ou reorganizados. Com esse propósito, os alunos receberão estudos dirigidos, para que essas falhas de aprendizagem possam ser sanadas. Esses estudos dirigidos abordarão então os conceitos-chave e a busca de um diagnóstico de aprendizagem, caracterizando uma primeira avaliação.

A seguir, cada projeto se desenvolve de maneira própria, seguindo sua função. O que é comum a todas as etapas é o trabalho coletivo. Em todas elas, há um trabalho em grupo para desenvolver algum pequeno projeto. Todos os trabalhos em grupo propiciam a criatividade do aluno e a autonomia de grupo e de cada indivíduo, visto que os roteiros são abrangentes sobre um tema, buscando conduta ativa, com pesquisa e interação.

O trabalho em grupo visa agir sobre a zona de desenvolvimento proximal, com a colaboração e interação com os demais alunos e o professor. A avaliação dessa etapa em grupo é dada individualmente, pois cada aluno deverá entregar um relatório no encontro determinado, com o seu desenvolvimento dentro de cada etapa, seu desenvolvimento no

tema, além de uma autoavaliação referente à parte de procedimento e de conhecimento (BIBIANO, 2010). Vale salientar que todo o desenvolvimento do projeto é avaliativo; assim, a postura em sala, a condução do projeto e o comprometimento também são partes avaliativas.

A seguir, apresentamos um quadro com a separação das atividades desenvolvidas em etapas, bem como os seus objetivos, os procedimentos adotados e a proposta de avaliação.

**Tabela 1:** Detalhamento das etapas com seus respectivos encontros.

<b>Etapa</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Avaliação</b>
1	No primeiro encontro, será promovido um debate pela turma, no formato supracitado, para relembrar os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades posteriores. Os conceitos abordados serão: forças, torque, movimento, peso, leis de Newton, cálculo vetorial, elementos básicos estruturais (vigas, pilares, lajes), cálculo básico de estruturas. Ao final desse encontro, será entregue os estudos dirigidos.	A avaliação desse primeiro encontro será feita pela interação do aluno durante o debate, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. Será entregue um estudo dirigido ao final do encontro, para que o aluno trabalhe em casa, relembrando os conceitos. O objetivo é que, no encontro seguinte, o aprendizado passado esteja internalizado.
1	No segundo encontro, os alunos deverão entregar os estudos dirigidos e a primeira hora da aula será para debater os possíveis problemas encontrados com os estudos dirigidos. Após esse momento, serão montados grupos que irão trabalhar separadamente para uma apresentação no quarto encontro, em temas de própria escolha, dentre os seguintes: dimensionamento de estrutura, reestruturação da malha, cálculo de balanço, contorno de solicitações mecânicas (tração, cisalhamento, flambagem), sistema estrutural - abóboda, sistemas atirantados. Separados os grupos, o restante do encontro será para discussão e traçamento de estratégias e metas para cumprir com o projeto. Será entregue um roteiro de observação para direcionar a visita à obra, a fim de os alunos já relembrarem os conceitos e pesquisarem sobre o que poderão ver no terceiro encontro.	Os alunos entregarão os estudos dirigidos, que devem ser avaliados para diagnosticar os conceitos mal organizados, com a finalidade do aluno recebê-lo e ter o feedback do que realizou e assim já reconhecer os pontos em que deve se empenhar. O professor irá transitar entre os trabalhos dos grupos e mediar a comunicação e organização das tarefas, auxiliando também com eventuais dúvidas, diagnosticando e percebendo a interação, o comprometimento e a postura de cada aluno no grupo.
1	O terceiro encontro ocorrerá em uma obra, onde os alunos poderão vivenciar e observar os elementos estruturais, as forças, as questões de dimensionamento, torque, balanço. Será entregue um roteiro para produção de um relatório da visita, em que deverá conter toda uma explicação por conceitos científicos do observado, assim como uma autoavaliação do aluno sobre a experiência, o procedimento e o seu desenvolvimento e aprendizagem.	Os alunos deverão entregar ao professor um plano de apresentação, visto que os grupos deverão apresentar os conceitos físicos nos seus respectivos temas, suas aplicações, a explicação científica da estrutura e um exemplo concreto detalhado.

1	No quarto encontro, os grupos apresentarão os planos entregue ao professor, utilizando um projetor.	A avaliação dessa atividade será feita por intermédio do plano de apresentação entregue pelo grupo, pela apresentação individual de cada aluno e pelo desenvolvimento de um relatório individual de cada aluno sobre o tema.
2	No primeiro encontro, será promovido um debate pela turma, no formato supracitado, para lembrar os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades posteriores. Os conceitos abordados serão: o que é uma onda, tipos de ondas, propagação, reflexão, refração, difração, interferência, ressonância, materiais reflexivos, materiais absorventes, tipos de revestimentos, tetos etc. Ao final do encontro, será entregue um roteiro de observação das visitas do segundo encontro juntamente com os estudos dirigidos.	A avaliação desse encontro será feita pela interação do aluno durante o debate, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. Será entregue um estudo dirigido ao final do encontro, para que o aluno trabalhe em casa lembrando os conceitos para que no próximo encontro o aprendizado passado esteja internalizado.
2	No segundo encontro, haverá uma visita guiada a um teatro, a um auditório e a uma igreja com características arquitetônicas apropriadas, em que os alunos deverão fazer experimentos referentes a qualidade da acústica do local e possíveis falhas, seguindo as dicas do roteiro de observação entregue no encontro anterior, que não é restritivo, contém apenas dicas e não instruções fechadas. Será apresentado um roteiro de relatório para que as experiências sejam relatadas e explicadas, contendo os pontos observados, o que foi constatado, quais falhas e sucessos, de forma a relacionar os conceitos científicos com o visualizado, contendo uma autoavaliação de conceitos.	Os alunos entregarão os estudos dirigidos, que devem ser avaliados para diagnosticar os conceitos mal organizados, para que no encontro posterior, o professor possa trazer esses pontos mal formados e reorganizá-los com a turma.
2	No terceiro encontro, primeiramente os alunos deverão entregar o relatório sobre a visita guiada e na primeira hora de aula, será promovido um debate para reorganização dos conceitos diagnosticados errados nos estudos dirigidos e abertura de fala dos alunos para a experiência vivida e troca de percepções. O restante do encontro será dado pela formação de grupos para a realização de um projeto de acústica, em que os alunos deverão explicar toda a sistemática pelos conceitos físicos e apresentar simulações feitas pelos softwares específicos, a partir de problemas de acústica que eles irão criar.	O professor irá passar pelos grupos e mediar a comunicação e organização das tarefas, auxiliando também com eventuais dúvidas, diagnosticando e percebendo a interação, o comprometimento e a postura de cada aluno no grupo, assim como deve avaliar esses mesmo aspectos durante o debate promovido na primeira hora de aula. O relatório da visita guiada também é avaliativo em que o professor deverá observar os pontos levantados pelos alunos, assim como suas explicações e seu desenvolvimento na atividade.

2	<p>No quarto encontro, os alunos deverão apresentar os projetos de acústica desenvolvidos, a partir das simulações e dos conceitos científicos. Os alunos deverão entregar um relatório do problema apresentado, contendo os conceitos apresentados, a motivação, a solução, a simulação esquematizada e uma autoavaliação do seu desenvolvimento com o projeto e do procedimento.</p>	<p>A avaliação dessa atividade será feita por intermédio do relatório individual e pela apresentação individual de cada aluno, analisando o desenvolvimento do aluno na etapa.</p>
3	<p>No primeiro encontro, será promovido um debate pela turma, no formato supracitado, para relembrar os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades posteriores. Os conceitos abordados serão: temperatura, equilíbrio térmico, fluxo de calor, leis da termodinâmica, dilatação, contração, calor específico, índices de refração de materiais, tipos de materiais, zonas climáticas, efeitos de temperatura no ar, pressão. Ao final do encontro, será entregue um roteiro experimental para as atividades do segundo encontro junto com os estudos dirigidos.</p>	<p>A avaliação desse encontro será feita pela interação do aluno durante o debate, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. Será entregue um estudo dirigido ao final do encontro, para que o aluno trabalhe em casa relembrando os conceitos para que no próximo encontro o aprendizado passado esteja internalizado.</p>
3	<p>No segundo encontro, será proporcionado uma hora de debate após a entrega dos estudos dirigidos, para reorganização dos conceitos e troca de experiências. Após esse momento será realizado, em laboratório, experimentos de termodinâmica. Cada grupo realizará um experimento: calorimetria, dilatação (em metais e em materiais estruturantes), banho térmico, condutividade térmica em materiais (em materiais transparentes e em materiais não transparentes), temperatura vs atrito, efeitos no ar com temperatura e pressão. Para essa etapa, serão necessários os kits de cada experimento, um laboratório e um técnico para auxiliar a atividade. Os alunos receberão um roteiro para o desenvolvimento de um relatório sobre a atividade do encontro que deverá ser entregue na aula seguinte.</p>	<p>O professor irá transitar entre os grupos e mediar a comunicação e organização das tarefas, auxiliando também com eventuais dúvidas, diagnosticando e percebendo a interação, o comprometimento e a postura de cada aluno no grupo, assim como deve avaliar esses mesmos aspectos durante o debate promovido na primeira hora de aula.</p>
3	<p>No terceiro encontro, os alunos deverão entregar os relatórios dos experimentos desenvolvidos no segundo encontro e terá um momento expositivo para o desenvolvimento dos conceitos científicos nas questões práticas feitas. Esse momento expositivo, mas aberto para perguntas, terá uma duração de duas horas. O enfoque desse momento expositivo é de trazer os conceitos de cada experimento feito e chamar atenção para as possíveis aplicações, assim como sua relevância na construção civil. Após esse momento, a turma será dividida em grupos novamente e passadas as instruções de apresentação do quarto encontro.</p>	<p>A avaliação desse encontro será feita pela interação do aluno durante a aula, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. A aula deve ser construída em conjunto; mesmo sendo um momento expositivo, o professor deve propiciar a participação dos alunos e analisar suas reações ao apresentado.</p>

3	<p>O quarto encontro será de apresentações dos grupos dos experimentos feitos, explicando os conceitos científicos desenvolvidos e mostrando uma situação prática com o mesmo fenômeno, ressaltando a importância do conhecimento daquele fenômeno.</p>	<p>Os alunos deverão entregar um documento contendo a explicação da apresentação, da situação prática, explicada com os conceitos físicos, e uma autoavaliação frente à ação didática passada e aos procedimentos. O professor deverá analisar o desenvolvimento do aluno por meio desse documento e da sua apresentação.</p>
4	<p>No primeiro encontro, será promovido um debate pela turma, no formato supracitado, para relembrar os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades posteriores. Os conceitos abordados serão: corrente elétrica, eletricidade, campo elétrico, condutores e isolantes, repulsão e atração de cargas, instrumentos elétricos, mecanismos elétricos, energias elétricas renováveis. Ao final desse encontro, serão entregues os estudos dirigidos.</p>	<p>A avaliação desse primeiro encontro será feita pela interação do aluno durante o debate, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. Será entregue um estudo dirigido ao final do encontro, para que o aluno trabalhe em casa relembrando os conceitos para que no próximo encontro o aprendizado passado esteja internalizado.</p>
4	<p>A primeira hora de aula do segundo encontro será para a entrega dos estudos dirigidos e a promoção de um debate dos conceitos importantes dos estudos dirigidos para uma possível reorganização de conceitos. No restante do encontro, será entregue a cada grupo um problema em que deverá ser trabalhada, sob os conceitos científicos, uma problemática de algo já existente. Portanto, por exemplo, será entregue a um grupo que fale sobre termelétricas, então, os alunos deverão abordar toda a questão científica do porquê funciona, mas mostrar a sua construção, os benefícios e malefícios, os impactos, as benfeitorias para a sociedade, os pontos em que falha, levantamento de possíveis soluções, a sua segurança. Dessa forma, serão entregues os temas: termelétricas, energias sustentáveis (solar, eólica, nuclear), questão elétrica em uma edificação, equipamentos elétricos de segurança (aterramento, gaiola de Faraday), efeito Joule. Será entregue um roteiro de instrução para a apresentação de cada tema com instruções para formular o relatório de atividades e a autoavaliação, que deverá ser entregue e apresentado no terceiro encontro.</p>	<p>O professor irá transitar entre os grupos e mediar a comunicação e organização das tarefas, auxiliando também com eventuais dúvidas, diagnosticando e percebendo a interação, o comprometimento e a postura de cada aluno no grupo, assim como deve avaliar esses mesmos aspectos durante o debate promovido na primeira hora de aula.</p>
4	<p>No terceiro encontro, os alunos deverão entregar um plano de apresentação e apresentar os temas a turma. As apresentações serão em formato de debate, onde não serão expositivas, mas devem configurar um debate, como os promovidos em cada início de etapa. Esse formato de apresentação busca uma maior interação social, levantamento de questões e troca de experiências e de conhecimentos.</p>	<p>A avaliação desse encontro será feita pela interação do aluno durante o debate, assim como o seu comprometimento e sua postura diante da atividade. Haverá a análise individual da apresentação e do plano de apresentação, para diagnosticar o desenvolvimento do aluno na etapa.</p>

4	A primeira hora do quarto encontro será para levantamento de todo o processo desenvolvido pelos alunos durante o projeto. Será mostrado o que foi feito e serão feitas as devidas considerações. No restante do encontro, será promovido um momento para uma conversa sobre o futuro, onde o professor apresentará aos poucos, fazendo ligação com as experiências do projeto, as áreas e os caminhos possíveis a serem seguidos. Os alunos deverão produzir uma autoavaliação após esse momento baseando se no procedimento passado, no conteúdo aprendido e no seu desenvolvimento.	A avaliação dessa atividade será dada pela autoavaliação produzida pelo aluno, assim como a interação durante toda a aula.
---	---	--

#### IV. PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

A proposta de avaliação deste projeto de ensino de física é de caráter formativo, isto é,

uma avaliação é formativa se, ao menos na mente do professor, supostamente contribuir para a regulação das aprendizagens em curso no sentido dos domínios visados. Essa linguagem abstrata permite definir a regulação por meio de suas intenções, sem se fechar de saída em uma concepção particular dos objetivos, da aprendizagem ou da intervenção didática.  
(PERRENOUD, 1998)

Dessa forma, a avaliação proposta é continuada, pretende melhorar as aprendizagens em curso, por meio dos estudos dirigidos e uma correção deles, diagnosticando os possíveis erros, levando-os para a sala e reorganizando-os.

A entrega dos roteiros de apresentação e dos relatórios das atividades também possuem intuito formativo. Nela os alunos irão descrever o aprendido e serão incitados na busca de solução de problemas e de levantamento de soluções. Essas atividades também têm como meta de desenvolver a criatividade e a curiosidade do aluno, instigando-o a pesquisar sobre os temas ou sobre a temática, buscando um retorno do que se poderia reorganizar, ampliar, melhorar.

A avaliação formativa vai ao encontro da teoria de Vygotsky, que fundamenta este projeto. Ela busca determinar o desenvolvimento real de cada aluno e busca explorar e desenvolver a zona proximal para otimizar os processos de aprendizagem em curso. Dessa forma, o diagnóstico de aprendizagem é fundamental, assim como o trabalho em grupo com colaboração dos colegas e do professor. Mesmo que o processo contenha a interação social, o desenvolvimento e a internalização dos conceitos (a aprendizagem) são individuais; por isso, os documentos avaliativos e as percepções devem ser do indivíduo e não do grupo. Dessa forma, é possível centrar no indivíduo e nas suas questões, sinalizando a cada processo seus avanços e pontos que devem ser empenhados. Desta feita, vale frisar que, para todas as atividades, deve-se ter um feedback, mesmo que não seja individual, visando à discussão e

à reorganização pelo grupo. Essa estratégia pode impedir que o aluno recue frente ao erro, evitando dar à avaliação um caráter punitivo.

Outro ponto muito abordado na questão avaliativa do projeto é a autoavaliação do aluno. Concordando com a teoria rogeriana, a autoavaliação permite ao estudante se reconhecer e reconhecer seu desenvolvimento, os aspectos em que obteve sucesso e aquele em que poderia ter melhorado. A autoavaliação crítica possibilita que o estudante aprenda a identificar e corrigir seus erros, tome consciência do seu desenvolvimento e de seu processo de aprendizagem e se responsabilize pelo seu comprometimento, o que é chamado de autorregulação. Uma parte essencial da autoavaliação é o feedback, que permite reconhecer como contornar os pontos fracos e não deixar com que eles se tornem obstáculos no processo de aprendizagem. Esse retorno ao aluno pode ser individualizado ou com interação social.

Deve-se deixar clara a intenção da autoavaliação. Bibiano (2010) mostra que a autoavaliação possui três naturezas: de procedimento, de atitude e de conceitos. As autoavaliações trabalhadas no projeto dizem respeito à de procedimento e à de conceitos. A autoavaliação de atitude não foi implementada pois os alunos, por serem alunos do último ano do Ensino Técnico, já estão em uma etapa de desenvolvimento consciente de seus atos e posturas.

A autoavaliação não tem por objetivo que o aluno se atribua uma nota, muito menos que ele a justifique. A autoavaliação tem por finalidade buscar um diagnóstico por parte do próprio aluno do seu desenvolvimento e do seu processo de aprendizagem, buscando sua autonomia. Seguindo uma perspectiva rogeriana, a autoavaliação é um ponto muito importante no processo de ensino aprendizagem, pois cada indivíduo sabe o que é melhor pra si e aprende e faz o que se lhe apresenta como melhor, o que vai ao encontro dos seus objetivos.

Assim, a autoavaliação se torna um momento de conhecimento mútuo, do próprio aluno e do aluno e professor. Dessa forma, a autoavaliação deve ser pensada em etapas, sem perguntas genéricas, mas perguntas focadas e com propósito de desenvolvimento. A autoavaliação de procedimento diz respeito à forma como o aluno desenvolveu cada etapa do projeto, com perguntas como "O tema escolhido possibilitou o conhecimento de novos conceitos de forma relevante e esclarecedora?", "O procedimento adotado por você e pelo grupo possibilitou o desenvolvimento completo do propósito? Quais pontos poderiam ter melhorado, quais pontos podem ser reorganizados?". Da mesma forma mostrada anteriormente, a autoavaliação de conceitos deve levar o aluno a se avaliar, frente aos conceitos já vistos nos anos anteriores, se estes foram bem internalizados, se houve falhas dos conceitos novos, quais e como convertê-las, se houve aprendizagem de novos conceitos, quais as relevâncias deles, se o processo de aprendizagem das práticas auxiliaram em seu desenvolvimento etc.

A proposta de avaliação desse projeto visa a uma avaliação formativa, centrada no indivíduo, buscando diagnósticos de aprendizagem, de sucesso ou fracasso da prática pedagógica e de autonomia de desenvolvimento do aluno, por parte da autoavaliação. Portanto, busca-se uma avaliação qualitativa da aprendizagem, em que a nota se dará pelo desenvolvimento do aluno. Isto é, não serão privilegiados apenas os aspectos quantitativos, os erros ou os acertos, mas será avaliado o processo e o desenvolvimento dos alunos.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto contribuiu para uma análise prática das teorias de aprendizagem, das abordagens metodológicas e avaliativas. O processo de ensino e aprendizagem é complexo e multifacetado, além de ser de grande responsabilidade e empenho por parte dos envolvidos. É um processo contínuo, mútuo e de construção coletiva. O presente projeto tem por finalidade montar estratégias de ensino para uma turma de Ensino Técnico em edificações de forma a inovar e renovar as práticas tradicionais.

Os estudos realizados durante o semestre na disciplina de Metodologia do Ensino de Física da Universidade de Brasília (UnB), ofertada para o curso de Física Licenciatura em 2018/2, contribuíram para que, dentro da prática pedagógica, as ações sejam pensadas e montadas seguindo fundamentação teórica, de forma a basear-se em estudos científicos e aplicados de intervenções didáticas. Assim, o projeto fundamentou-se nas teorias de Vygotsky, Carl Rogers e na abordagem de avaliação de Luckesi, buscando um ensino humanizado e coerente com a realidade dos alunos.

O projeto foi estruturado em etapas, nas quais os alunos podem estabelecer relações entre os conceitos científicos aprendidos nos anos anteriores e a prática profissional, além de possibilitar contato com a prática e os caminhos futuros. Buscou-se que os alunos se tornem pessoas plenamente funcionais (FERRARI, 2008), além de propiciar a autonomia, a criatividade e a proatividade em seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. *Educational psychology: a cognitive view*. [S.l.]: New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BIBIANO, B. *Autoavaliação: como ajudar seus alunos nesse processo*. 2010. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/432/autoavaliacao-como-ajudar-seus-alunos-nesse-processo>>. Acesso em: 27 out. 2018. 51

COELHO L; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. *Revista e-Ped, Osório, FACOS/CNEC*, v. 2, n. 1, 2012. 46

FERRARI, M. *Carl Rogers: um psicólogo a serviço do estudante*. Instituto de Física & Biblioteca Central, Universidade de Brasília, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/physicae/index>>. Acesso em: 26 out. 2018. 46, 47

LUCKESI, C. C. *Professor gestor da sala de aula e professor avaliador*. Disponível em: <<http://luckesi.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

LUCKESI, C. C. *Uso dos resultados da avaliação em educação: diagnóstico, probatório, seletivo*. Disponível em: <<http://luckesi.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem na escola e a questão das representações sociais. *Eccos Revista Científica, Universidade Nova de Julho, São Paulo*, v. 4, n. 2, 2002.

MOREIRA M. A.; CABALLERO, M. R. M. L. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. [S.l.: s.n.], 1997. 19–44 p. 46

PERRENOUD, P. Professor gestor da sala de aula e professor avaliador. *Porto Alegre: Artmed*, 1998. 55

ROGERS, C. R. *Freedom to Learn*. [S.l.]: Columbus, Ohio: Charles Merrill, 1969.

ROGERS, C. R. *Sobre o Poder Pessoal*. [S.l.]: São Paulo: Martins Fontes, 1986.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. 2. ed. [S.l.]: São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 4. ed. [S.l.]: São Paulo: Martins Fontes, 1991. 46

ZIMRING, F. *Carl Rogers*. [S.l.]: Recife: Editora Massangana, 2010. 48