



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

### PROPOSTA PARA O ENSINO DE ASTROFÍSICA A PARTIR DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

*PROPOSAL FOR THE TEACHING OF ASTROPHYSICS BASED ON THE THEORY OF MEANINGFUL LEARNING.*

Andréia Águeda Magron<sup>1</sup>, Michel Corci Batista<sup>2</sup>, Gilson Junior Schiavon<sup>3</sup> e Oscar Rodrigues dos Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED), andreiamagron@gmail.com.

<sup>2, 3, 4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), michel@utfpr.edu.br.

#### Resumo

Este trabalho objetivou investigar o potencial pedagógico, de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS) para o ensino de Física Moderna a partir da Astrofísica, aplicada a um grupo professores da rede pública estadual do Estado do Paraná da área de Ciências da Natureza, na forma de curso extensão. O curso teve como objetivo promover formação continuada, para os professores que atuam na Educação Básica. Tal proposta constitui-se como produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. A pesquisa está alicerçada nos pressupostos teóricos da pesquisa qualitativa e para constituição do corpus foram utilizados questionários, mapas conceituais e o diário de campo da pesquisadora. Os resultados evidenciaram que os materiais apresentados foram muito bem recebidos e de grande valia para os docentes, com um bom potencial para evidenciar a aprendizagem significativa. Verificou-se ainda que docentes conseguiram estabelecer relações importantes sobre os conceitos de Física Moderna e Astrofísica estudados, bem como perceber as relações interdisciplinares presentes na proposta.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem significativa; UEPS; Mapa conceitual; Astrofísica.

#### Abstract

This study aimed to investigate the pedagogical potential of a Potentially Significant Teaching Unit (PSTU), in the light of Ausubel's Theory of Meaningful Learning (TML) for the teaching of Modern Physics from Astrophysics, applied to a group of public-school teachers of the State of Paraná in the area of Natural Sciences, in the form of an extension course. The course aimed to promote continuing education for teachers working in Basic Education. This proposal constitutes an educational product of the National Professional Master's in Physics Teaching. The research is based on the theoretical assumptions of qualitative research and questionnaires, conceptual maps and the researcher's field diary were used to constitute the corpus. The results showed that the materials presented were very well received and of great value to the teachers, with a good potential to evidence meaningful learning. It was also verified that professors were able to establish important relationships on the concepts of Modern Physics and Astrophysics studied, as well as to perceive the interdisciplinary relationships present in the proposal.

**Keywords:** Meaningful learning; PSTU; Concept map; Astrophysics.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

### Introdução

No decorrer da Educação Básica os estudantes têm contato com diversas disciplinas escolares, mas é, especificamente no Ensino Médio (EM), pelo menos quando falamos da maioria das escolas da rede pública no Estado do Paraná é que eles terão maior contato com a disciplina de Física.

A partir desse contato, os estudantes podem se identificar com a Física, estudar apenas para serem aprovados em provas e testes ou ainda apresentar uma forte indisposição em aprendê-la, passando muitas vezes a detestar a disciplina e assim como Moreira (2017), acredita-se que esses sentimentos podem estar associados com a forma que se ensina o conteúdo.

Para Moreira (2017), o ensino de Física na educação contemporânea é desatualizado no que se refere a conteúdos e tecnologias. A metodologia ensinada nas escolas ainda privilegia as aulas expositivas, o ensino focado no papel do docente e a aprendizagem mecânica, priorizando os conteúdos discutidos na Física Clássica (FC) em detrimento aos da Física Moderna (FM).

Oliveira *et al.* (2007), demonstram preocupação com a Física ensinada no Ensino Médio. Para eles o modo como é ensinada, não consegue acompanhar o desenvolvimento científico e por isso fica cada vez mais distante da necessidade dos alunos no que se refere aos conhecimentos científicos atuais. Tironi *et al.* (2013), também apontam que a falta de conteúdos relacionados a FM pode ser considerada uma falha grave já que o funcionamento da maioria dos recursos tecnológicos utilizados pela sociedade, fazem uso de conceitos relacionados a ela. É através desses conceitos que os estudantes terão condições de entender e de se envolver com o desenvolvimento tecnológico e assim serem capazes de conhecer e avaliar novas tecnologias.

Retomando Oliveira *et al.* (2007), a falta de um currículo de Física atualizado, que contemple tópicos de FM, provoca uma prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do estudante, com isso, não permite que ele estabeleça relações com contexto histórico, cultural e social baseando sua aprendizagem apenas em fórmulas e equações. Os autores ainda ressaltam que a falta de um currículo de Física atualizado prejudica a formação do estudante enquanto cidadão participativo, já que ao sair do EM este aluno pode parar de estudar ou ingressar em áreas em que não há ênfase na formação científica, sendo que o único contato com a Física ocorreu durante essa etapa da educação básica.

Quando se percebe essa distância entre o cotidiano e a vida escolar, os professores muitas vezes se veem frente a um desafio: quais são os conteúdos de Física que se deve ensinar? Reconhecendo assim a necessidade e a dificuldade dos professores em inserir os conteúdos de FM nos currículos escolares, é preciso pensar na seguinte questão problema: De que forma é possível trabalhar conceitos de Física Moderna aplicados a Astrofísica no Ensino Médio? Dessa forma, o presente trabalho, tem como objetivo investigar o potencial pedagógico, de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS) para o ensino de Física Moderna a partir da Astrofísica, aplicada a professores na forma de curso extensão online.

### 1. Fundamentação Teórica

Na Teoria da Aprendizagem Significativa acontece uma reestruturação na estrutura cognitiva do estudante, modificando de forma profunda suas concepções e dimensões, na qual cada novo conhecimento possui também um novo significado, que serve de base para a aquisição de informações novas no futuro. Fica também claro que, para que se alcance esta aprendizagem requerida, o professor pode e deve utilizar recursos didáticos que sejam significativos para os estudantes.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

De acordo com Santos (2005), a estrutura cognitiva do estudante pode ser modificada por meio de princípios relativos à programação eficiente do conteúdo e podem ser utilizadas, independentemente da área de conhecimento. Esses princípios são chamados por Ausubel de: diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação ou acomodação.

O primeiro princípio é denominado de diferenciação progressiva e relaciona-se com as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino que devem ser apresentadas no início de cada seção ou atividade de ensino. Em seguida, os casos particulares associados a este material instrucional são progressivamente diferenciados. O segundo princípio é chamado de reconciliação integradora e é responsável pela exploração de relações entre proposições e conceitos, por alertar para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais e aparentes. Quanto ao terceiro princípio, a organização sequencial, pode permitir a maximização das ideias-âncora relevantes para o uso na aprendizagem significativa e retenção, devido às dependências sequenciais apresentadas na matéria de ensino e o fato de que determinado tópico é compreendido a partir do entendimento de um tópico anterior (MOREIRA, 2010).

A consolidação, como quarto princípio, de acordo com Moreira e Masini (2006), indica que se deve passar para um novo tópico apenas quando o atual já está consolidado. Conforme Moreira (2010), para que a aprendizagem significativa ocorra são necessárias duas condições, a primeira é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário. Esse tipo de material, Ausubel chama de potencialmente significativo. A segunda é que o estudante esteja disposto a aprender, isto é, que esteja disposto a relacionar o material à sua estrutura cognitiva.

Nesse sentido, a mediação do professor é tão fundamental quanto os materiais utilizados, uma vez que o estudante pode não possuir os subsunçores adequados. Assim, reforça Moreira (2010), a necessidade da predisposição para aprender não é uma simples questão de motivação ou identificação com o componente, mas uma predisposição para relacionar-se com novos conhecimentos, atribuindo-lhes significados. Sendo assim, essa condição convida o docente a acolher as ideias prévias dos estudantes, ainda que sejam insatisfatórias, para, a partir delas, construir situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos temas tratados.

## 2. Métodos e Materiais

Este trabalho, está pautado nos pressupostos da pesquisa qualitativa, que tem como objetivo responder questões de nível particular, que não podem ou não devem ser quantificados. Também é possível classificá-la como descritiva e translacional, visto que o enfoque está no relato de experiência a partir da implementação da proposta de ensino elaborada. Nesse sentido, os dados foram construídos a partir de questionários e mapas conceituais, respondidos e construídos no primeiro e no último encontro da proposta de ensino. Para a análise dos dados foram utilizados os pressupostos da pesquisa qualitativa descritiva e interpretativa.

A proposta foi desenvolvida como um curso de extensão gratuito com certificação de 30 horas em parceria com o Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus de Campo Mourão e os Núcleos Regionais de Educação (NRE) de Campo Mourão e Maringá, sob o título “Astrofísica básica para professores: Uma proposta de Ensino a partir da aprendizagem significativa”. Inscreveram-se para o curso 77 professores da área de Ciências da Natureza e Matemática, sendo que destes, 48 professores participaram de todos os encontros agendados. Os encontros se deram de forma online, pois a implementação da proposta se deu durante o período de pandemia no Brasil e uma das medidas de combate a proliferação da



COVID-19 é o isolamento social. A proposta foi construída utilizando os princípios da aprendizagem significativa e os aspectos sequenciais da UEPS. A aplicação do trabalho se deu sete encontros, sendo realizado um encontro por semana, sempre às quartas-feiras, no período noturno, das 19h às 21h30. O primeiro encontro aconteceu no dia 14 de outubro de 2020 e o último em 25 de novembro de 2020.

### 3. Resultados e Discussões

Para esse trabalho vamos analisar os mapas conceituais produzidos pelos sujeitos antes a após a implementação da proposta. O mapa conceitual, pode ser utilizado como ferramenta de avaliação na qual tem a possibilidade de permitir que seja identificado possíveis avanços no conhecimento ou mudanças na estrutura cognitiva dos estudantes por meio dos elementos apresentados. Dentre as possíveis sugestões para o uso do mapa conceitual como estratégia avaliativa bem como, para inferir elementos da aprendizagem significativa, Novak e Gowin (1999) sugerem que a este, possa ser atribuído pontuação de seus elementos fundamentais, permitindo atribuição de notas e também a verificação dos avanços alcançados por quem o construiu.

A atribuição destes pontos só é possível desde que o avaliador tenha domínio para identificar os elementos necessários à estrutura de cada mapa conceitual (hierarquia, proposições, ligação simples, ligação cruzada e exemplos).

Alguns autores (GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019), realizaram uma adaptação na teoria de Novak e Gowin (1999) para a pontuação dos mapas conceituais. Primeiro sugerem que o avaliador realize uma planificação dos mapas, de modo que as estruturas hierárquicas se tornem mais evidentes e seja mais fácil a identificação dos elementos avaliados. Em seguida, logo após essa identificação, são atribuídos pontos conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Pontuação dos elementos essenciais dos mapas conceituais

Elementos	Pontos
Proposição	2
Hierarquia	5
Ligação Simples	1
Ligação cruzada	2
Exemplos	1

Fonte: Novak e Gowin (1999), adaptado pelo Gomes Batista e Fusinato (2019).

Destaca-se, que a teoria de Novak e Gowin (1999) sugere um peso maior na pontuação de ligações cruzadas, que representam uma síntese de ideias ou conceitos, entretanto, como os mapas conceituais analisados não apresentaram esse elemento, todas ligações cruzadas obtidas representaram apenas ligações entre ideia correlacionadas em diferentes hierarquias. No Quadro 2, é apresentado o resultado das pontuações de 14 professores cursistas que construíram e entregaram os mapas conceituais no início e fim do curso.

Quanto ao grupo de mapas avaliados, notou-se que em um conjunto de 28 análises (14 iniciais e 14 finais), lembrando que cada participante produziu um para cada momento, é possível perceber o crescimento de pontos em 13 dos 14 participantes. Essa foi a primeira evidência positiva sobre a UEPS, pois, após a conclusão do curso constatou-se um avanço significativo com relação a maioria dos participantes, entretanto, cabe destacar que não houve uma linearidade deste aumento de pontos, uma vez que o mapa conceitual é idiossincrático para cada um que o traçou.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

Quadro 2 - Pontuação dos elementos entre os MCI e MCF.

Alunos	Hierarquia (2)		Conceitos/Proposições (5)		Ligações simples (1)		Ligações cruzadas (2)		Exemplos (1)		PI	PF
	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF		
Professor 2	4	3	4	7	7	11	0	1	3	3	38	57
Professor 3	2	5	9	13	10	15	0	0	1	2	60	92
Professor 6	1	3	4	13	6	11	0	1	2	0	30	84
Professor 7	4	1	8	5	7	8	0	0	1	3	56	38
Professor 8	2	5	5	5	10	11	1	1	7	7	48	55
Professor 9	6	2	10	13	9	17	0	1	0	3	71	91
Professor 10	4	7	5	14	7	13	0	3	2	2	42	105
Professor 12	3	4	6	10	6	11	0	0	0	0	42	69
Professor 16	3	8	7	37	8	33	0	8	0	10	49	260
Professor 17	3	4	6	8	4	9	2	0	0	2	44	59
Professor 19	3	5	8	13	10	14	0	1	2	2	58	95
Professor 22	3	5	11	20	12	20	0	0	1	1	74	135
Professor 28	4	5	10	16	10	17	0	0	1	7	69	114

Fonte: Autoria própria (2021).

Este crescimento forneceu indícios da aprendizagem significativa, pois os conceitos foram se diferenciando progressivamente, uma vez que os mapas conceituais finais estavam mais completos e respeitavam a subordinação dos conceitos. O crescimento de pontos também indicou a presença da reconciliação integradora, uma vez que nos mapas finais foi possível identificar a associação de novas ideias que antes não eram apresentadas nos mapas conceituais. Isso demonstra que ao compreender os novos conceitos, os participantes utilizaram estes como subsunçores para agregar novos saberes, porque as estruturas cognitivas podem ter sido modificadas.

Uma vez que houve uma nova compreensão dos conceitos, também foi possível constatar que os mapas conceituais finais se apresentaram com estruturas hierárquicas melhor organizadas, trazendo mais um elemento necessário da aprendizagem significativa que é a organização sequencial, onde os conceitos se apresentavam hierarquizados, sendo concluídas com os exemplos.

Podemos dizer que os pontos obtidos nos MCI seriam as ideias-âncoras que conforme Moreira (2010), são conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito, que aprende, e, permite por interação, dar significados a vários conhecimentos.

#### 4. Considerações Finais

A análise dos mapas conceituais também permitiu perceber indícios da aprendizagem significativa. Ao comparar os mapas iniciais e finais, é possível perceber a presença de termos e relações e troca de significados demonstrando que a aprendizagem ocorreu por diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Provando assim o caráter significativo da proposta, mesmo quando implementada com professores. Acredita-se que os resultados encontrados com alunos da educação básica não destoariam dos encontrados neste trabalho, no entanto, tal verificação foi deixada para trabalhos futuros.

O trabalho desenvolvido através UEPS, foi capaz de demonstrar aos professores a importância de processo de ensino organizado, sistematizado, capaz de oferecer procedimentos para a aprendizagem significativa se desenvolver em qualquer contexto, já que a maioria concordou



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

que utilizaria a sequência didática apresentada. Caracterizando a UEPS aqui apresentada como um recurso facilitador da aprendizagem.

As manifestações dos professores participantes do curso em relação à qualidade do material, recursos e metodologia utilizadas permitem concluir e comprovar o potencial pedagógico da proposta. Espera-se que os professores de Física da Educação Básica possam explorar essa proposta, para nortear o tema abordado de acordo com sua realidade, utilizando as diversas ferramentas didáticas apresentadas.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### Referências

AUSUBEL, D. P., Novak. J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

CRUZ, C. C. **A teoria cognitivista de Ausubel**. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Unicamp, 2011.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de física. **REnCiMa**, v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n.1, 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1999.

OLIVEIRA, F.F de; VIANNA, D.M; GERBASSI, R.S.; Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

SANTOS, J. N. **Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de física**. 2005.129f. Dissertação (Mestrado) em Física – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005.

TIRONI, C. R; SCHMIT, E; SCHUHMACHER, V. R. N; SCHUHMACHER, E. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Anais: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013.