

# Representações sociais de alunos da educação básica sobre buracos negros

Social representations of basic education students about black holes

Patrynie Garcia Barbosa<sup>1\*</sup>, Arthur Marques Aquino<sup>1</sup>, Lisiane Barcellos Calheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

\*E-mail: patrynie.gb.03@gmail.com

## Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma análise de mapas mentais, cujo objetivo foi investigar as representações sociais compartilhadas por estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o tema Buraco Negro, durante a implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. A compreensão dessas representações pode auxiliar no processo de aprendizagem dos conceitos de Buraco Negro, Relatividade e Gravitação Universal, agregando as ideias do senso comum aos conceitos científicos estudados na UEPS. Os resultados indicam que os estudantes pesquisados possuem representações sociais do tema, as quais são alicerçadas em elementos provenientes do espaço formal de educação e também divulgados na mídia. Além disso, demonstram que eles têm conhecimentos sobre Astronomia, verificados pela diversidade das representações, evidenciadas nos mapas mentais elaborados, as quais mesclam elementos do senso comum com elementos do conhecimento científico. A análise dos dados revelou, também, que a maioria das palavras evocadas na pesquisa apresentaram possíveis representações sociais inseridas no universo reificado.

**Palavras chave:** Representações sociais; Unidades de ensino potencialmente significativa; Buraco Negro.

## Abstract

This work presents the results of an analysis of mind maps, whose objective was to investigate the social representations shared by students of the ninth grade of elementary school on the theme Black Hole, during the implementation of a Potentially Meaningful Teaching Unit- PMTU. Understanding these representations can assist in the process of learning the concepts of Black Hole, Relativity and Universal Gravitation, adding common sense ideas to the scientific concepts studied at PMTU. The results indicate that the students surveyed have social representations of the theme, which are based on elements from the formal education space and also disseminated in the media. In addition, they demonstrate that they have knowledge about Astronomy, verified by the diversity of representations, evidenced in the elaborated mental maps, which mix elements of common sense with elements of scientific knowledge. The analysis of the data also revealed that most of the words evoked in the research presented possible social representations inserted in the reified universe.

**Keywords:** Social representations; Potentially meaningful teaching units; Black hole.

## I. INTRODUÇÃO

A construção da Ciência é um processo dinâmico. Modelos são modificados, conceitos são redefinidos e explicações são incrementadas. Neste sentido, a educação deve ir ao encontro desses processos, modernizando-se tanto nos saberes disciplinares quanto com propostas didático-metodológicas.

No final do século XIX, a Física Clássica apresentou uma modificação significativa em seus alicerces – Mecânica Newtoniana, Eletromagnetismo e Termodinâmica, pois eles não sustentavam mais os grandes questionamentos da época. Nessa perspectiva, foi necessária uma ruptura com antigos paradigmas, emergindo, assim, um novo cenário denominado Física Moderna. A Física Moderna se refere ao conjunto de teorias desenvolvidas entre o final do século XIX e meados do século XX, tendo por base a teoria da relatividade e a teoria quântica (RODRIGUES *et al.*, 2018). Ela foi determinante para o avanço tecnológico da sociedade moderna e a inserção de tópicos como Relatividade no Ensino Médio, estes têm sido temas de discussões de diversos trabalhos acadêmicos nas últimas décadas (GUERRA *et al.*, 2007; FERREIRA, 2013; SÁ, 2015; GIACOMELLI, 2016).

Os documentos oficiais que servem de base para a construção dos currículos da Educação Básica sinalizam a importância do estudo de Física Moderna e Contemporânea – FMC. A educação brasileira encontra-se num período de mudanças significativas, principalmente com a implementação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, nos levando, necessariamente, a refletir sobre a prática docente. A BNCC apresenta os conteúdos referentes à Física, Química e Biologia, os quais fazem parte da área da Ciência da Natureza e propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o nono ano do ensino fundamental, com um aprofundamento conceitual nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

No que se refere à FMC as competências específicas e diferentes habilidades da BNCC propõem analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base em relações entre matéria e energia. Também propõe analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, com a possibilidade de descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar e do Universo, com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (BRASIL, 2017, p. 557).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com o tema Buraco Negro, desenvolvida e implementada em turmas do nono ano do ensino fundamental. A UEPS construída buscou a inserção do conteúdo pertinente à teoria da Relatividade Restrita para alunos que cursam a Educação Básica.

O tema “Buraco Negro” foi escolhido para a construção da UEPS pelo fato de haver uma grande circulação de informações na mídia que tratam deste assunto, bem como a forte relação com a Astronomia e a Gravitação Universal, temas estes que, apesar de estarem distribuídos em diferentes séries da Educação Básica, não são comumente trabalhados pelos professores nas salas de aulas.

Considerando estes pressupostos, desenvolvemos o presente trabalho tendo como foco a construção e implementação de uma UEPS ancorada em diferentes estratégias, buscando responder à seguinte pergunta de pesquisa: quais as possíveis representações sociais dos estudantes da educação básica sobre Buraco Negro?

## II. ASPECTOS TEÓRICOS

Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre fenômenos, conceitos e objetos favorece a articulação entre o prévio e o novo conhecimento. Por sua vez, os conhecimentos prévios apresentam-se imersos nas representações sociais, o que faz o estudo de ambos fundamentais nesta pesquisa.

Neste contexto, utilizamos com referencial de análise a Teoria das Representações Sociais de Moscovici (2003), visto ser ela uma teoria que contribui com o estudo de fenômenos humanos a partir de uma perspectiva coletiva, sem ignorar o fator individual. Para o autor, a representação social é uma modalidade de conhecimento particular que tem por função a elaboração de comportamentos e a comunicação entre indivíduos. As representações sociais se apresentam como fenômenos que pertencem a grupos sociais específicos que têm um modo particular de compreender, construir e compartilhar conhecimentos, assuntos e ideias. Para Moscovici (2003) existem na sociedade duas formas diferentes de produzir e divulgar o conhecimento: o universo consensual e o universo reificado. O universo consensual está presente no nosso cotidiano, são representações produzidas nas nossas relações sociais no dia a dia, chamadas de senso comum. Já o universo reificado diz respeito ao conhecimento científico comprovado pela Ciência, o conhecimento formal, o rigor científico, aquele que é erudito. Arruda define esses universos como:

*Universo consensual – [...] Aquele que se constitui principalmente na conversação informal, na vida cotidiana. As Representações Sociais constroem-se mais frequentemente na esfera consensual, embora as duas esferas não sejam totalmente estanques. As sociedades são representadas por grupos de iguais, todos podem falar com a mesma competência. A Representação Social é o senso comum, acessível a todos. - Universo reificado (ou científico) – Se cristaliza no espaço científico, com seus cânones de linguagem e sua hierarquia interna. A sociedade é de especialistas onde há divisão de áreas de competência. Aqui é a Ciência que retrata a realidade independente de nossa consciência; estilo e estrutura fria e abstrata. (ARRUDA, 2002, p.130)*

Atualmente alguns conceitos científicos estão sendo exibidos e discutidos em filmes, séries e desenhos animados para apresentar diferentes fenômenos da natureza, cujos telespectadores, na sua maioria, são jovens que geralmente se encontram na educação básica (público alvo da nossa pesquisa). O tema Buraco Negro, objeto de nossa pesquisa é um exemplo, abordado em diversas séries e filmes recentes. No entanto, essas informações, propagadas pelas diferentes mídias, podem exercer grande influência na formação do conhecimento prévio, vindo ao encontro das condições para construção das representações sociais.

Moscovici (1978) sugere três condições de emergência para o surgimento de uma representação social, quais sejam: a dispersão da informação, a focalização e a pressão à inferência, que estão relacionadas ao posicionamento de um grupo perante um objeto socialmente significativo para ele, no caso da nossa pesquisa as informações sobre Buraco Negro apresentadas pela mídia. A dispersão da informação é uma das condições que vêm ao encontro do nosso trabalho. No caso dos diferentes programas onde o tema Buraco Negro é apresentado, ela permite que um grande número de estudantes que pertençam ao um mesmo grupo social, estejam expostos a diferentes informações, porém muitas vezes dispersas e sem um rigor científico, exigindo dos sujeitos o processamento seletivo de tais informações. Contudo, considerando-se a complexidade do objeto da representação, há uma dificuldade de acessar as informações efetivamente úteis ao conhecimento desse objeto, o que favorece a criação de subsunçores inadequados para o novo conhecimento

Nesta perspectiva, as representações sociais têm a preocupação em compreender como se dá o processo de construção do conhecimento entre o sujeito e o objeto e se esse conhecimento (representação), que pode ser individual e coletivo ao mesmo tempo, é compartilhado.

O objetivo central desse trabalho é identificar e analisar as Representações Sociais de estudantes da educação básica sobre o termo indutor 'Buraco Negro'. Para analisar as representações sociais foi elaborada uma UEPS com diferentes situações para que os estudantes fossem construindo, a partir de diferentes conceitos, os conhecimentos sobre Buraco Negro.

Desenvolvida por Moreira (2011), UEPS é uma sequência didática, fundamentada nas teorias de aprendizagem cognitivas, especialmente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003). Para estruturar e construir uma UEPS Moreira propõe uma sequência de oito passos (figura 1), durante a elaboração de cada passo, Moreira sugere uma diversidade de estratégias e materiais de ensino, apontadas pelo autor como aspecto transversal à proposta. "Em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados" (Moreira, 2011, p. 5).

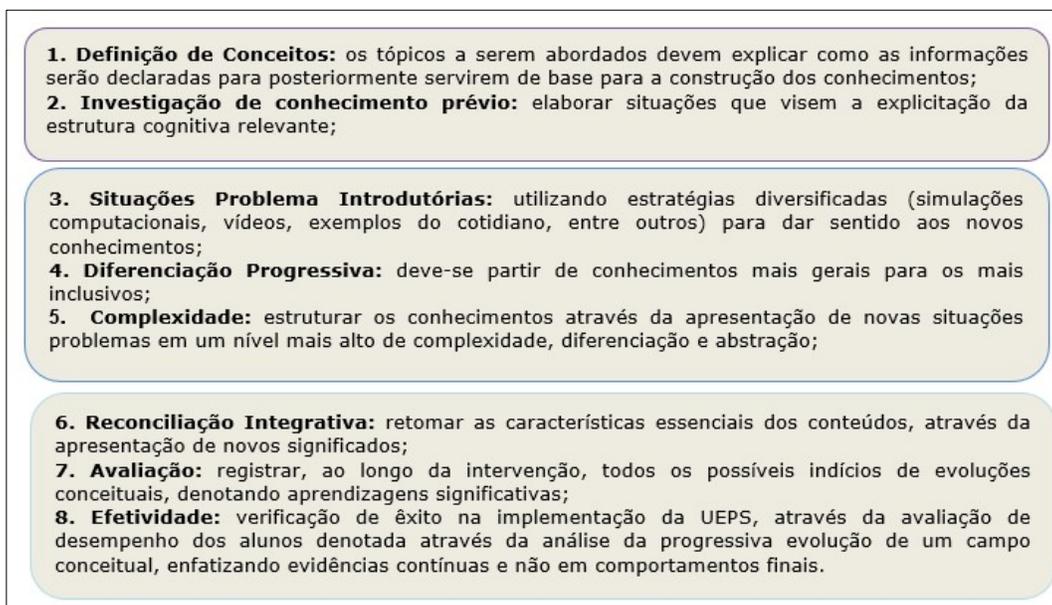


FIGURA 1. Esquema dos 8 aspectos sequenciais sugeridos por Moreira (2011).

Um dos instrumentos utilizados em uma das etapas das UEPS foi a confecção de mapas mentais por parte dos estudantes. Um mapa mental é uma representação gráfica de um conjunto de conceitos e ideias com livres associações elaborado por um sujeito, podendo apresentar ideias-chave presentes na sua estrutura cognitiva, evidenciando seus pensamentos sobre o tema em questão. De acordo com Buzan (2005), um mapa mental é a maneira mais fácil de introduzir e de extrair informações do cérebro, mapeando os pensamentos de forma criativa e eficaz.

Entendemos que identificar as possíveis representações sociais de conceitos científicos terá influência significativa tanto para o aluno quanto para o professor, pois a representação exerce o papel integrador entre os universos consensual e reificado definidos por Moscovici (2003). O universo consensual está presente no nosso cotidiano, são representações produzidas nas nossas relações sociais no dia a dia, as quais chamadas de senso comum. Já o universo reificado diz respeito ao conhecimento científico comprovado pela Ciência, o conhecimento formal, o rigor científico, aquele que é erudito. Acreditamos que o estudo das representações sociais possibilita conhecermos o que pensa e como age o grupo social (os estudantes) quando são instigados a solucionar situações que envolvam questões sobre Buraco Negro.

### III. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de abordagem qualitativa, que visa investigar as representações sociais dos estudantes da educação básica e o processo formativo de acadêmicos do curso de Licenciatura em Física, a partir da construção e implementação de uma UEPS sobre um tópico de FMC, realizada no âmbito da disciplina de Instrumentação e Prática para o Ensino de Física II. Um dos objetivos da disciplina é proporcionar aos acadêmicos uma prática de construção e aplicação de sequências de ensino voltadas para educação básica.

A UEPS elaborada pelos acadêmicos foi implementada em três turmas do nono ano do ensino fundamental, de uma escola particular, com 72 participantes, na disciplina de Ciências, sendo a professora regente a primeira autora deste trabalho. Os instrumentos utilizados para coleta de dados desta pesquisa foram variados: mapas mentais, questões abertas a partir das simulações, vídeos, textos de divulgação científica, construção de história em quadrinhos e atividades experimentais investigativas. Neste artigo, devido às limitações formais, optamos por analisar os resultados do segundo passo da UEPS. No quadro I apresentamos a descrição sucinta das atividades desenvolvidas na construção e implementação da UEPS.

Após a elaboração e implementação da primeira parte da UEPS, como resultados apresentamos, para esse trabalho, a análise dos mapas mentais elaborados pelos participantes, com o objetivo de verificar as possíveis representações sociais sobre o tema abordado.

QUADRO I – Descrição resumida dos passos da UEPS.

<i>UEPS – Buraco Negro: da ficção a realidade</i>		
<b>Objetivos</b>	Compreender o processo de nascimento de um buraco negro. Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito de movimentos de corpos celestes próximo a buracos negros. Compreender a interação entre a luz, gravitação e o buraco negro.	
<b>Aspectos sequenciais</b>	<b>Procedimento adotado</b>	<b>Exemplos de situações</b>
<b>1º Passo Definição do conceitos</b>	Campo gravitacional, Força gravitacional, Buraco negro, Efeitos e interações gravitacionais pertencentes ao buraco negro.	
<b>2º Passo Investigação Conhecimento Prévio</b>	Foi proposta uma situação inicial para levantamento dos conhecimentos prévios.	<b>Mapa Mental com a palavra indutora <i>Buraco Negro</i>.</b>
<b>3º Passo Situações-problema Introdutórias</b>	Foram elaboradas duas situações em nível introdutório, a partir de simulação e vídeo com roteiros fechados e abertos.	Situação-problema 1 - Episódio dos Simpson "Threehouse of Horror XXIII". 1O enredo do filme do episódio é dividido em quatro histórias. Versa sobre a construção de um acelerador de partículas, o qual, acreditam, poderá fornecer uma fonte de energia limpa. Porém o experimento não é bem sucedido e cria-se um buraco negro. Situação-problema 2 - Software de simulações PhET "Gravidade e Órbita"2 com questionário relacionando proporcionalidade entre a massa do objeto astronômico, a velocidade de escape, a intensidade da força gravitacional e o raio da órbita. Questão investigativa: "Existe um corpo com densidade tão grande que a velocidade de escape poderia ser maior que velocidade da luz?"

QUADRO I – (cont.)

<b>4º Passo Diferenciação Progressiva</b>	Partiu-se de uma ideia geral dos conceitos explorados nas situações anteriores, sendo utilizada, neste passo, uma história em quadrinhos.	Com os alunos em grupos, foi distribuído uma história em quadrinhos sobre buracos negros elaborada pelo observatório nacional, das quais deveriam ser retirados conceitos e curiosidades sobre buracos negros (no mínimo 5) e entregues no final da aula.
<b>5º Passo Complexidade</b>	Situações-problema com um nível maior de complexidade. As situações foram exploradas a partir de um filme.	Os alunos assistiram ao filme Interestelar. Foram trabalhados os conceitos físicos presentes: gravidade artificial, buracos negros giratórios, buraco de minhocas e dilatação do espaço tempo. Como atividade os alunos elaboraram uma história de ficção científica com as propriedades dos buracos negros.
<b>6º Passo Reconciliação Integrativa</b>	Retomamos características essenciais dos conteúdos através de novos significados.	Em duplas, foi realizado um experimento que simula a formação de um buraco negro, valendo-se de um balão, papel alumínio e alfinete, apoiados em um roteiro fechado. Esta experimentação objetivou causar reflexão às duplas e impulsioná-las a resolver cinco questões abertas
<b>7º Passo Avaliação</b>	Avaliação somativa individual da Aprendizagem.	Em duplas, foi realizado um experimento que simula a formação de um buraco negro, valendo-se de um balão, papel alumínio e alfinete, apoiados em um roteiro fechado. Esta experimentação objetivou causar reflexão às duplas e impulsioná-las a resolver cinco questões abertas
<b>8º Passo Efetividade</b>	Avaliação através da análise qualitativa da UEPS.	Foi feita uma análise de todas as atividades desenvolvidas na implementação da UEPS e entregue um opinário para os alunos.

Fonte: autores

#### IV. RESULTADOS

Para a análise e discussão dos resultados dos mapas mentais (situação inicial do segundo passo da UEPS) foram considerados 67 estudantes dentre os 72 que participaram da pesquisa, pois 5 estudantes não elaboraram os mapas mentais propostos. Importante ressaltar que os mapas foram construídos em sala de aula, individualmente e sem interação com nenhum tipo de material ou consulta.

Os mapas foram analisados utilizando-se a metodologia da análise de conteúdo que, conforme Bardin (2011), a categorização foi feita em duas etapas: o inventário, quando isolamos os elementos; e a classificação, onde repartir os elementos e buscamos impor um nível de organização às palavras evocadas.

Assim, a análise consistiu no desdobramento das palavras evocadas nos mapas mentais em categorias agrupadas analogicamente, de onde emergiram sete categorias iniciais, quatro categorias intermediárias e duas categorias finais. Estas duas categorias finais, por sua vez, foram sistematizadas em outras duas categorias ancoradas no referencial da Teoria das Representações Sociais, denominadas, como já referido, universo consensual e universo reificado.

No quadro II, apresentamos as categorias e algumas palavras que as representam, bem como suas frequências nos mapas. Um mesmo mapa pode conter palavras que se enquadram em categorias iniciais diferentes. Estas categorias iniciais emergiram de um total de 393 palavras evocadas nos mapas, levando-se em conta a frequência de respostas semelhantes identificadas nos mapas mentais.

QUADRO II – Categorias que representam as possíveis representações sociais

Categorias Iniciais	Palavras Evocadas (Quantidade)	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Saber Científico	Física, luz, gravidade, velocidade, tempo... (64)	Saber Científico Esta categoria reúne palavras relacionadas ao mundo do conhecimento científico.	Universo Reificado (69,9%)
Astronomia	Planetas, galáxias, estrelas, espaço...(204)		
Tecnologia	Satélite, tecnologia, internet ... (7)	Tecnologia Esta categoria reúne palavras relacionadas a diferentes tecnologias, relacionadas a como é possível verificar a existência de Buracos Negros.	
Ficção	Interestelar, filme, alienígena...(44)	Ficção Nesta categoria aparecem elementos que povoam o imaginário dos alunos, a partir das representações da mídia, principalmente filmes de ficção.	Universo Consensual (31,1%)
Morte	Morte, mortal, fim... (11)	Psicossocial Esta categoria engloba palavras que fazem pensar o social, reúnem crenças, valores e sentimentos.	
Sentimento	Mágoa, tristeza, solidão, tenebroso... (29)		
Escuro	Escuridão, negro, preto... (34)		

Fonte: autores

A análise dos dados revelou, também, que a maioria das palavras evocadas na pesquisa apresentou possíveis representações sociais inseridas no universo reificado, mesmo considerando o pouco conhecimento acerca do tema e as relações superficiais com o saber científico.

Assim, ao pensar em buraco negro, os estudantes partilham representações construídas e influenciadas pela mídia e pela educação formal, mesmo sem um rigor científico, como, por exemplo, os conceitos relacionados à Astronomia. Neste caso específico, ficou evidenciada uma convergência para a categoria universo reificado, pois suas relações apresentam elementos conceituais que estão mais associados aos entes astronômicos mesmo que com pouca profundidade conceitual, os quais podem ser observados na prática de sala de aula e na mídia, como demonstradas na figura 2.

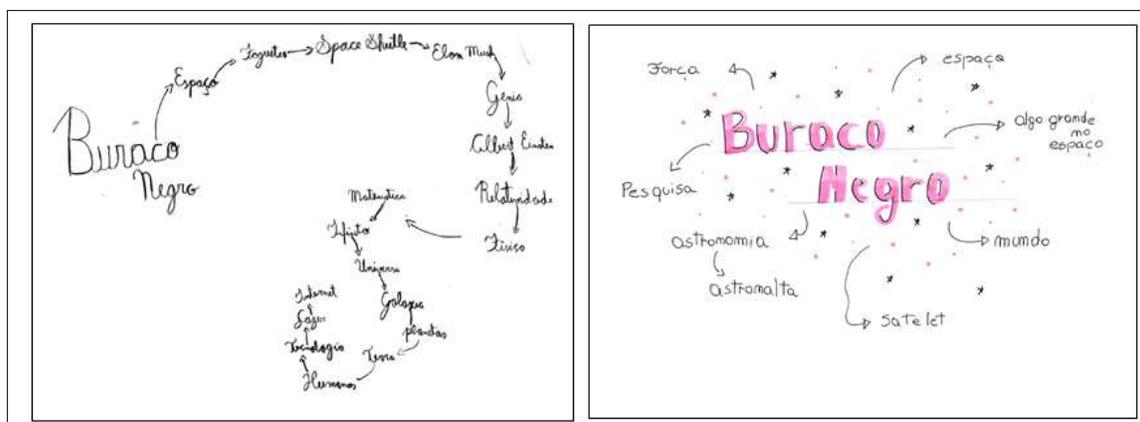


FIGURA 2. Mapas mentais dos participantes A22 e A51

Por sua vez, na categoria universo reificado, ao pensar em buraco negro, os estudantes partilham representações construídas e influenciadas pela mídia, relacionando ser buraco negro prejudicial às pessoas, causando males, mortes e destruições, conforme demonstrado na figura 3. Estes mapas mentais confeccionados pelos estudantes apresentam relações principalmente com abordagens que dizem respeito a sentimentos negativos, considerando aspectos gerais presentes no senso comum e geralmente apresentados pela mídia.

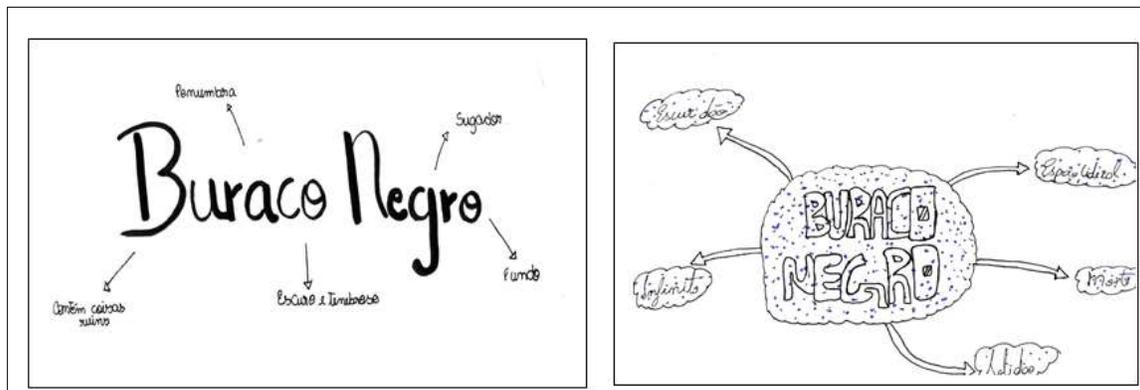


FIGURA 3. Mapas mentais dos participantes A02 e A25

Pode-se perceber, portanto, que os estudantes pesquisados possuem representações sociais do tema Buraco Negro. Estas representações estão apoiadas nos elementos que compõem o campo de estudo dessa Ciência, contados no universo reificado, perpassando por aqueles que integram o conjunto de aparatos utilizados nesses estudos, como satélites foguetes, internet e Nasa.

Também apresentam representações no universo consensual, como as referências, por exemplo, a elementos que povoam o imaginário dos alunos, evidenciando a importância de se trabalhar os conceitos de FMC, muitas vezes mencionados na mídia sem o devido rigor científico.

## V. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Para Ausubel (2000), o aluno apresenta conhecimentos prévios que são fatores determinantes para que ocorra a aprendizagem significativa. Segundo o autor, o conhecimento é significativo por definição, resultando de um processo que envolve interação entre as ideias culturalmente significativas. Por sua vez, os conhecimentos prévios apresentam-se imersos nas representações sociais, o que faz o estudo de ambos fundamentais no contexto desta pesquisa. Resaltamos que a introdução ao estudo da Buraco Negro teve como objetivo estabelecer a base teórica para uma melhor compreensão de alguns conceitos da Relatividade e da Gravitação Universal e suas relações com o dia a dia dos estudantes.

Acreditamos que os conteúdos de Física devem ser trabalhados nas escolas visando melhorar sua capacidade de compreensão, com maior participação/envolvimento dos estudantes, sempre considerando sua realidade cotidiana. Um ensino de Física voltado para uma Ciência contemporânea, que busque uma aprendizagem com significados, integrando conceitos clássicos da Física e com diferentes disciplinas.

Por fim, ao investigar as representações sociais de conceitos e fenômenos físicos considerando-se os conhecimentos prévios dos estudantes e a maneira como são compartilhados no cotidiano, contribuem para uma aprendizagem com significado.

## AGRADECIMENTOS

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

## REFERÊNCIAS

- Araújo, R., Zago, L. (2016). Física Moderna e Contemporânea nos cursos de Licenciatura Em Física: Uma análise das marcas da racionalidade técnica. *Latin American Journal of Physics Education*, v. 10, n. 4, p. 7.
- Arruda, A. Teoria das Representações Sociais e Teorias de Gênero, (2002). *Cadernos de Pesquisa*, n. 117, p. 127-147.
- Ausubel, D. (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo.
- Bardin, L. (2011) Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70.
- Buzan, T. (2005). Mapas mentais e sua elaboração: um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida. São Paulo, Cultrix.
- Giacomelli, A. C. (2016). Teoria da Relatividade: uma proposta didática para o ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, UPF.
- Guerra, A., Braga, M., Reis, J. C. (2007). Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 575-583.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. In *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2)*.
- Moscovici, S. (1978). A representação social da psicanálise. Tradução de Cabral. Rio de Janeiro: Zahar.
- Moscovici, S. (2003). O fenômeno das representações sociais. In S. Moscovici (Ed.), *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes.
- Neve, J. R., Arengi, L. E. B., Lino, A. (2013). Porque inserir física moderna e contemporânea no Ensino Médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*.
- Ostermann, F., Prado, S. D., Ricci, T. S. F. (2008). Investigando a aprendizagem de professores de física acerca do fenômeno da Interferência Quântica. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 1, n. 14, p.35-54.
- Pereira, A, Ostermann, F., Cavalcanti, C., (2009). O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach -Zehnder. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*.
- Sá, M. R. R. (2015). Teoria da relatividade restrita e geral ao longo do 1º ano do ensino médio: uma proposta de inserção. Dissertação (Mestrado em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física UnB.