

Mapas mentais como ferramenta didática multidisciplinar para o estudo de estrelas binárias

Mind maps as a multidisciplinary teaching tool for the study of binary stars

Los mapas mentales como herramienta didáctica multidisciplinar para el estudio de las estrellas binarias

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 17/10/2022 | Aceitado: 27/10/2022 | Publicado: 01/11/2022

Alanis de Oliveira Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9420-1660>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: elidalima@unifesspa.edu.br

Maria Liduína das Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5102-0154>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: liduina@unifesspa.edu.br

Patrick Alves Vizzotto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1613-4858>
Faculdade do Maciço de Baturité, Brasil
E-mail: patrickvizzotto@unifesspa.edu.br

Maria das Graças Dias da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0799-3642>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: mariadias@uern.br

Thiago Rafael da Silva Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8981-979X>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: trsmoura@yahoo.com.br

Resumo

Diversos autores apoiam que os mapas mentais são ferramentas com potencial de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, como Buzan e Farias, pois tanto o professor quanto o aluno se beneficiam, uma vez que a técnica dos mapas mentais torna um conteúdo complexo em algo mais fácil de assimilar. A inserção de tópicos complexos de Astronomia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desvelaram diversos problemas relacionados com a preparação dos professores e a natureza dos materiais didáticos pouco frequentes em língua portuguesa. Neste contexto, para contribuir com a minimização desses problemas, foi realizada uma proposta didática utilizando mapas mentais, apresentando o papel central de missões espaciais para o estudo de estrelas binárias, com destaque para as missões CoRot e Kepler, por serem as que mais detectaram estrelas binárias. Estudos neste sentido são pertinentes para produzir materiais para a área de Astronomia. Para isso, é preciso alcançar docentes e discentes. Os docentes, são alcançados através das construções de conteúdos e disponibilização de ferramentas didáticas para uso em sala de aula; discentes, como novos pesquisadores, podem ser alcançados com a construção do conhecimento com bases científicas sólidas.

Palavras-chave: BNCC; Ensino; Física; Astronomia; Estrela binárias; Mapas mentais.

Abstract

Several authors support that the various mental maps are tools with the potential to help the learning process, as Buzan and Farias, as both the teacher and the student benefit, since the technique of mental maps makes a complex content into something easier to assimilate. The introduction complex Astronomy topics in the Base Nacional Comum Curricular (BNCC) revealed several problems regarding the preparation of teachers and the nature of the infrequent teaching materials in Portuguese. In this context, to minimize these problems, a didactic proposal was made using mental maps, presenting the central role of space missions for the study of binary stars, with emphasis on the CoRot and Kepler missions, because they most detected binary stars. Studies in this sense are relevant to produce materials for the area of Astronomy. For this, it is necessary to reach teachers and students. Teachers, class tools are provided through content construction and content availability for use in classrooms; students, as new candidates, can be known with solid scientific bases.

Keywords: BNCC; Teaching; Physics; Astronomy; Binary stars; Mental maps.

Resumen

Varios autores sostienen que los mapas mentales son herramientas con el potencial de ayudar al proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como Buzan y Farias, pues tanto el docente como el estudiante se benefician, ya que la técnica de los mapas mentales hace compleja la contenido más fácil de asimilar. La inclusión de temas complejos de astronomía en la Base Curricular Común Nacional (BNCC) reveló varios problemas relacionados con la preparación de los profesores y la naturaleza de los materiales didácticos poco frecuentes en portugués. En este contexto, para contribuir a la minimización de estos problemas, se realizó una propuesta didáctica utilizando mapas mentales, presentando el papel central de las misiones espaciales para el estudio de las estrellas binarias, con énfasis en las misiones CoRoT y Kepler, por ser las que la mayoría detectó estrellas binarias. Los estudios en este sentido son relevantes para producir materiales para el área de Astronomía. Para ello, es necesario llegar a docentes y alumnos. Se llega a los docentes a través de la construcción de contenidos y la disponibilidad de herramientas didácticas para su uso en el aula; se puede llegar a los estudiantes, como nuevos investigadores, con la construcción de conocimientos con bases científicas sólidas.

Palabras clave: BNCC; Enseñando; Físico; Astronomía; Estrella binaria; Mapas mentales.

1. Introdução

Este trabalho pretende construir Mapas Mentais sobre estrelas binárias. No contexto em vista - baseado na adição de Tópicos de Astronomia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) - a saber, o contexto escolar, apresentamos modelos de Mapas Mentais para estrelas binárias como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Em sala de aula os alunos podem ser expostos ao processo de ensino-aprendizagem mecânico, caracterizado pela memorização dos conteúdos ministrados pelo professor. Para pensadores como Aragão, (1976), Ausubel, (1968), Ausubel, (1980), Ausubel, (2000) e Moreira, (2012), a aprendizagem mecânica é aquela na qual o conteúdo não tem uma interação com os conhecimentos prévios dos alunos. Temas relacionados a Astronomia, se não ministrados considerando os conhecimentos prévios dos alunos, podem ser abordados de maneira monótona e mecânica em sala de aula. Para Oliveira; Henckes; Strohschoen, (2019), no contexto escolar, atividades e estratégias são pensadas para favorecer a compreensão dos conteúdos e o envolvimento dos alunos nas aulas torna possível o ensino significativo no processo de aprendizagem. Fenner (2017), descreve que o Mapa Mental é visualmente estruturado em forma de teia, onde o lugar apropriado da ideia principal é o centro da folha de papel. Para se construir um mapa mental são necessários alguns elementos que o constituem, como palavras-chave, imagens, ícones e cores. A ideia central pode possuir diversos ramos, que são ideias descritas com as palavras-chave, ilustradas com imagens, ícones e diversas cores. Estes elementos contribuem para que o Mapa Mental seja uma ferramenta didática eficaz para a organização de ideias (Fenner, 2017). Neste sentido, o Mapa Mental é um dispositivo interessante para auxiliar o processo ensino-aprendizagem de temas de Astronomia.

Em linhas gerais, este trabalho defende que a Astronomia pode ser ensinada a partir de atividades didáticas organizadas que levem o aluno a internalizar conceitos (Keidan, 2013). Uma abordagem utilizando Mapas Mentais como uma estratégia metodológica pode promover a interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, uma vez que os alunos podem expressar livremente seus pontos de vista durante a elaboração dos Mapas Mentais, onde essas interações favorecem o trabalho colaborativo entre alunos (Novak, 2000, Canas et. al, 2015).

Desse modo, neste trabalho abordaremos o assunto estrelas binárias utilizando os Mapas Mentais como ferramenta didática útil na internalização dos conceitos pelos alunos (Buzan, 2009, Farias 2016). Os principais tópicos abordados no nosso estudo serão as características morfológicas, a classificação dos sistemas binários e a interação entre as estrelas.

Outro aspecto indissociável do estudo de estrelas binárias são as missões espaciais. Missões espaciais como Kepler e CoRoT (CNES, 2022), tornaram possível acumular muitas informações sobre a multiplicidade estelar. Estas informações são coletadas na forma de séries temporais da intensidade das radiações emitidas pelas estrelas, chamadas curvas de luz. As curvas mais conhecidas na literatura são: Algol, β Lyrae e ω UMA. Em (Filho & Saraiva, 2014), Filho e Saraiva, afirmam que sistemas binários são formados por duas ou mais estrelas que estão ligadas gravitacionalmente e orbitam o mesmo centro de

massa. As estrelas que formam esses sistemas são denominadas de componentes e equivalem, aproximadamente, 50% das estrelas de nossa galáxia (Filho e Saraiva, 2014).

2. Metodologia

Em vista da inserção de Tópicos de Astronomia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), este trabalho possui o objetivo de confeccionar Mapas Mentais sobre o tema de estrelas binárias para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Para alcançar o objetivo, a abordagem deste trabalho é dividida em dois ramos, a saber, na seção 3, denominada Referencial Teórico, é realizada a discussão teórica dos conceitos físicos e métodos quantitativos de sistemas binários e; não obstante, na seção 4, nominada O Uso de Mapas Mentais como Proposta Didática, é apresentada a conceitualização norteadora dos Mapas Mentais, destacando seu papel no processo de ensino-aprendizagem, estes, por sua vez, desenhados para direcionar às estratégias, atividades e habilidades destacadas pela BNCC (BRASIL, 2018) que é o documento pedra angular que estabelece os conteúdos de Física. Por fim, percorrido este caminho, os Mapas Mentais são materializados na seção Resultados e Discussões, enumerada como seção 5, quando os resultados da proposta didática são exibidos e discutidos.

3. Referencial Teórico

As estrelas binárias são ótimos laboratórios para o estudo da evolução estelar. Podemos determinar as massas, a dimensão das órbitas e o período orbital das componentes das estrelas usando a terceira lei de Kepler, também conhecida como lei dos períodos, onde temos que o quadrado do período de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do semi-eixo maior da órbita (Tipler, 2014; Halliday, 2016).

$$P^2 = K r^3 \quad (2.1)$$

Considerando dois corpos com massa m_1 e m_2 com velocidades v_1 e v_2 orbitando em torno de mesmo centro de massa a uma distância r_1 e r_2 dos corpos respectivamente. conseguimos obter o valor da constante K da equação (2.1).

A constante K da equação (2.1) pode ser derivada se considerarmos dois corpos com massa m_1 e m_2 , as massas das componentes do sistema, com velocidades v_1 e v_2 orbitando em torno de um centro de massa comum ao sistema binário a uma distância r_1 e r_2 dos corpos, respectivamente. As forças que atuam nos corpos que possuem massa são as forças gravitacionais (FG) e as forças centrífugas (FC), assim, temos os seus módulos, respectivamente:

$$F_G = -G \frac{m_1 m_2}{|r_2 - r_1|^2} \quad (2.2)$$

e temos a força centrífuga

$$F_{C_1} = \frac{m_1 v_1^2}{r_1^2} \quad (2.3)$$

$$F_{C_2} = \frac{m_2 v_2^2}{r_2^2} \quad (2.4)$$

Temos que o módulo da velocidade é dada por

$$v_1 = \frac{d}{t} \quad (2.5)$$

onde d é o comprimento da circunferência que equivale a $2\pi r_1$ e t é o tempo para que seja dada uma volta completa na circunferência, dessa maneira podemos facilmente reescrever a equação (2.5):

$$v_1 = \frac{2\pi r_1}{P} \quad (2.6)$$

Elevando ambos os membros da equação (2.6) para obtermos uma expressão final para a lei dos períodos dos sistemas binários, teremos:

$$v_1^2 = \frac{4\pi^2 r_1^2}{P^2} \quad (2.7)$$

r é o raio médio das órbitas com relação ao centro de massa das estrelas, G é a constante gravitacional estabelecida por Henry Cavendish (1798) e T é o período de rotação. Logo, para a massa m_1 (Halliday, 2016), temos:

$$F_{C_1} = F_{C_2} = F_G = \frac{Gm_1 m_2}{(r_1+r_2)^2} = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} = \frac{4\pi^2 m_1 r_1}{P^2} \quad (2.8)$$

O mesmo ocorre para massa m_2

$$F_{C_1} = F_{C_2} = F_G = \frac{Gm_1 m_2}{(r_1+r_2)^2} = \frac{m_2 v_2^2}{r_2} = \frac{4\pi^2 m_2 r_2}{P^2} \quad (2.9)$$

Eliminando m_1 , na equação 2.8 e m_2 na equação 2.9 e realizando a soma das equações teremos:

$$G \frac{(m_1+m_2)}{(r_1+r_2)^2} = \frac{4\pi^2 (r_1+r_2)^3}{P^2} \quad (2.10)$$

Comparando as equações 2.10 e 2.1, podemos redefinir K como:

$$K = \frac{4\pi^2}{G(m_1+m_2)} \quad (2.11)$$

Obtemos a lei dos períodos para sistemas binários.

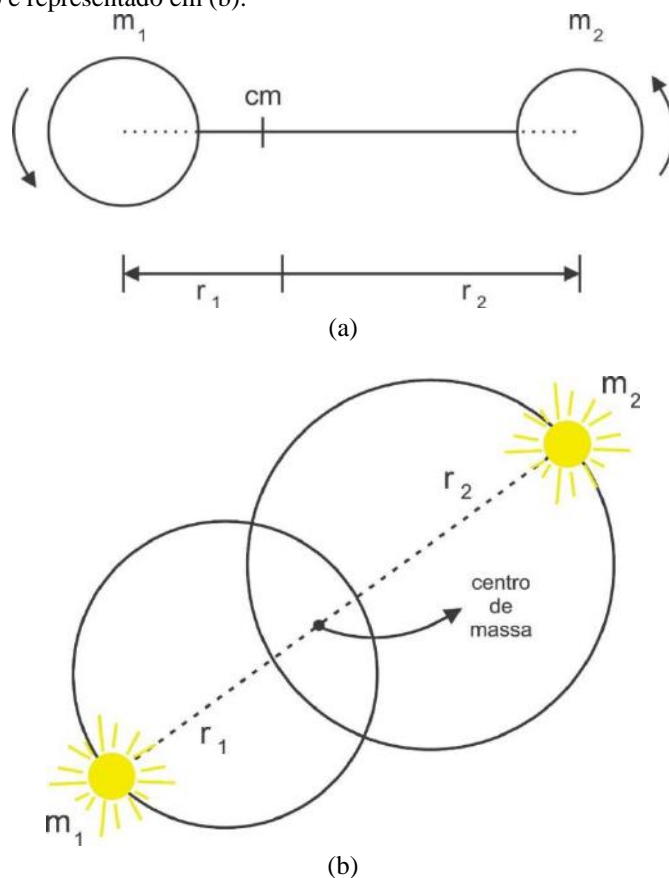
$$P^2 = \frac{4\pi^2 (r_1+r_2)^3}{G(m_1+m_2)} \quad (2.12)$$

Podemos assim calcular a massa total do sistema

$$m_1+m_2 = \frac{a^3}{P^2} \quad (2.13)$$

onde $a = r_1+r_2$ e $P^2 = \frac{4\pi^2}{G}$. A Figura 1 mostra duas figuras esquemáticas da separação entre as estrelas (a) e o movimento em órbita elíptica em torno do centro de massa do sistema binário.

Figura 1 - No sistema binário cada estrela move-se numa órbita elíptica em torno do centro de massa. A separação é dada por $a = r_1 + r_2$ (a) e seu movimento é representado em (b).



Fonte: Adaptado de <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap09.pdf>.

As estrelas binárias são classificadas de quatro formas diferentes: binárias visuais, binárias astrométricas, binárias espectroscópicas e binárias eclipsantes (Filho & Saraiva, 2014).

4. O Uso de Mapas Mentais como Proposta Didática

Na década de 1960, Tony Buzan desenvolveu o conceito de mapas que tinha a finalidade de organizar, planejar e estimular o pensamento. Para a construção dos mapas utilizou um design semelhante aos neurônios, possibilitando o uso de imagens ou palavras que ativem a lembrança para facilitar o aprendizado. A criação dos mapas mentais estimula a criatividade e podem ser utilizados tanto para o ensino como para a vida social, trabalho e para a organização de metas pessoais (BUZAN, 2009).

O Mapa Mental é uma ferramenta que pode auxiliar de forma significativa o processo de ensino-aprendizagem, pois tanto o professor quanto o aluno se beneficiam uma vez que a técnica dos mapas mentais torna um conteúdo complexo em algo mais fácil de assimilar ao usar cores, desenhos e símbolos para explicar um determinado conteúdo (Buzan, 2009).

Segundo Marques, em (Marques, 2008), o uso de Mapas Mentais no processo de ensino-aprendizagem é fundamental. Para que os Mapas Mentais são utilizados de maneira apropriada, os conceitos são utilizados de maneira a estimular a aplicação prática. Neste sentido, as metodologias usadas não estão destituídas de possibilidades criativas. Para isso, este trabalho propõe aliar Mapas Mentais ao ensino de ciências com uma perspectiva construtivista.

A proposta de sequência didática segue duas etapas. A primeira, é apresentar o contexto histórico e os principais cientistas envolvidos no estudo das estrelas binárias e os conceitos físicos. Na segunda etapa, propõe-se que os alunos

reelaborem os Mapas Mentais e os expliquem com o objetivo de desenvolver habilidades como: boa argumentação, postura e por fim interagir de forma lúdica com os colegas. Desse modo, esta proposta de sequência didática envolve a construção e reconstrução de Mapas Mentais.

4.1 Objetivos de aprendizagem

Afinal desta sequência, espera-se que os alunos sejam capazes de:

- Compreender o que são estrelas binárias;
- Relacionar diferentes conceitos de Física;
- Conhecer o contexto histórico por trás das descobertas desses sistemas;
- Identificar os principais tipos de sistemas binários.

4.2 Habilidades Da BNCC, (Brasil, 2018)

(EF09CI15) compreender o universo além de saber explicar temas como a origem da Terra, do Sol do Sistema Solar às necessidades de diversas culturas. A utilização deste conteúdo; aplicação em um determinado nível escolar - no Ensino Fundamental ou Médio - , fica a critério do docente. Exemplos dessas aplicações no Ensino Fundamental e Médio podem ser encontradas em Silva (2019) e Sobrinho (2022), respectivamente.

4.3 Conteúdos de Física a serem trabalhados

Os conteúdos serão abordados de acordo com as habilidades e competências propostas na BNCC (BRASIL, 2018).

- Definição de estrelas binárias;
- Forças gravitacionais;
- Efeito Doppler;
- Segunda lei de Newton;
- Leis de Kepler.

4.4 Estratégias para realização das atividades

A 1ª etapa é formada por duas subetapas: a explanação sobre o tema de estrelas binárias e a construção dos Mapas Mentais – Inicialmente, após explanação do tema, a classe poderá ser dividida em trios ou quartetos que deverão construir seus Mapas Mentais. Para a construção do Mapas Mentais sugere-se a abordagem de uma questão central como, por exemplo, “Conceitos físicos relacionados com estrelas binárias”. Após a construção dos mapas, cada grupo de alunos deverá apresentá-los, e explicar a ideia central, com a finalidade de comparar, analisar, e trazer possíveis questionamentos. Tempo de duração: 4 horas/aula.

Na aula seguinte, pode ser ministrada uma aula expositiva de (4 horas/aula) explicando o uso dos mapas mentais e como eles podem ajudar a compreender melhor os conceitos, com intuito de aprofundar os conceitos físicos que foram abordados na aula anterior durante a construção dos mapas mentais.

A 2ª etapa: Reelaboração dos mapas – Os grupos deverão ser redistribuídos, de forma que dois grupos diferentes se unam permitindo uma interação entre os alunos, e promovendo uma troca de conhecimentos durante a reelaboração do novo Mapa Mental. Tempo de duração: 4 horas/aula.

Cada mapa construído e apresentado possibilita a identificação dos conceitos e ideias mais importantes para o aluno, o docente poderá sugerir um tópico central para os alunos construírem seus mapas. O Mapa Mental é um recurso didático de

grande utilidade, os mapas construídos pelos alunos com o auxílio do professor podem ajudar no planejamento das aulas do currículo de Física em diferentes níveis. No ensino fundamental, os alunos podem relacionar conceitos a partir da observação dos mapas e relacioná-las com seus conhecimentos prévios de ciências.

5. Resultados e Discussões

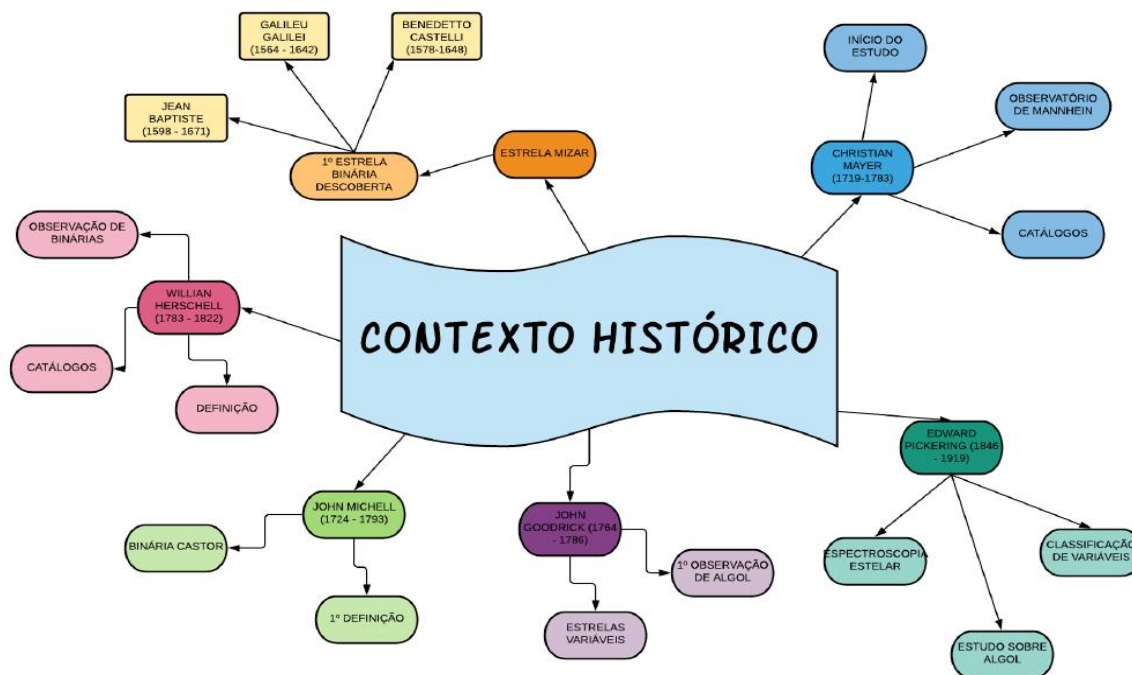
A base curricular da disciplina de Física no Brasil aponta diversas habilidades e competências indispensáveis nos três anos finais da educação básica. Alguns desses conceitos são obrigatórios, o estudo de sistemas binários abrange alguns tópicos que podem ser utilizados para facilitar o ensino de tais conceitos. Podemos destacar os conceitos de força gravitacional, centro de massa, o cálculo da massa das estrelas utilizando a terceira lei de Kepler, a compreensão do efeito Doppler através de estudos sobre binárias espectroscópicas (Mello, 2014), aplicação dos conceitos de superfícies equipotenciais por meio do estudo sobre lóbulos de Roche e os espectros formados pela difração da luz em um prisma, utilizados como fonte de estudos nas missões (Kepler, 2022) e CoRoT (CNES, 2022).

Os Mapas Mentais podem auxiliar de forma significativa na compreensão de conceitos de Física, isso porque eles permitem realizar associações entre um tema central e vários tópicos relacionados. Dessa forma, o aluno consegue atribuir sentido aos cálculos e organizar suas ideias. Destacamos também que a utilização de diferentes cores e imagens na construção dos mapas que pode facilitar no resgate dos conceitos de Física, além do fato que os alunos podem usar suas próprias ideias no processo de organização dos mapas. Diante disso, decidimos unir a possível curiosidade dos alunos por assuntos relacionados a Astronomia, no nosso caso as estrelas binárias, com a proposta de construção de Mapas Mentais. A seguir apresentaremos alguns exemplos de Mapas Mentais construídos pelos autores para relacionar as estrelas binárias com assuntos de Física.

Na Figura 2 apresentamos uma proposta de Mapa Mental referente ao contexto histórico da descoberta da multiplicidade estelar. O objetivo é que os Mapas Mentais aqui apresentados sirvam de exemplo para os leitores, especialmente discentes e docentes, para a construção de outros Mapas Mentais em uma aplicação em sala de aula. Neste contexto, conseguimos perceber que temos seis subtópicos a partir do tópico central que é contexto histórico. Podemos observar a ordem cronológica e as contribuições mais relevantes para o início do estudo de sistemas binários, iniciando com Christian Mayer em 1719. Com destaque para William Herschell (1783) que definiu as estrelas binárias como corpos celestes orbitando um mesmo centro de massa. Seguido por John Michell (1724), John Goodrick (1764 - 1786) e Edward Pickering em (1753 - 1825).

No Mapa Mental da 2, temos a utilização de diferentes cores, que é um dos principais atrativos na hora da construção dos mapas. Enfatizamos que todos os Mapas Mentais aqui apresentados são uma proposta para estudar as estrelas binárias e conceitos de Física, contudo o professor pode propor para os alunos uma construção com base em desenhos, símbolos e cores.

Figura 2 - Mapa mental referente ao contexto histórico de estrelas binárias.

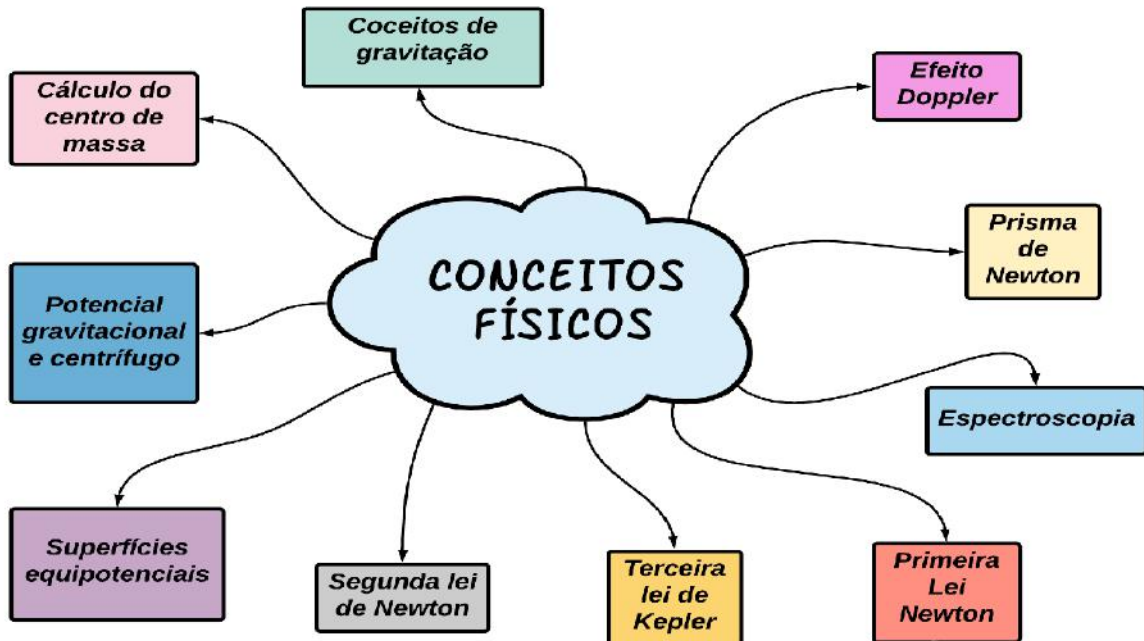


Fonte: Autores.

Na Figura 2, é apresentado o contexto histórico, os principais cientistas que descobriram e estudaram as estrelas binárias. Destacamos, a relevância da em apresentar para os alunos como ocorreu a gênese dos estudos desses astros tão interessantes.

Na Figura 3 apresentamos um mapa, referente a alguns conceitos físicos importantes que podem ser abordados utilizando as estrelas binárias. Na BNCC do Ensino Fundamental, conceitos como Força gravitacional, Efeito Doppler, Centro de Massa, Leis de Newton, Leis de Kepler, podem ganhar uma ressignificação quando são abordados de forma de Mapa Mental, cada aluno ou grupo de alunos pode elaborar seus mapas utilizando sua criatividade e os conteúdos já aprendidos durante a aula expositiva, possibilitando a construção do conhecimento de forma dinâmica. As Figuras 2 e 3 mostram mapas mentais em que se valorizou o uso das cores e formas geométricas para relacionar as informações do tópico central aos subtópicos.

Figura 3 - Conceitos de Física que podem ser ensinados através do estudo de estrelas binárias.

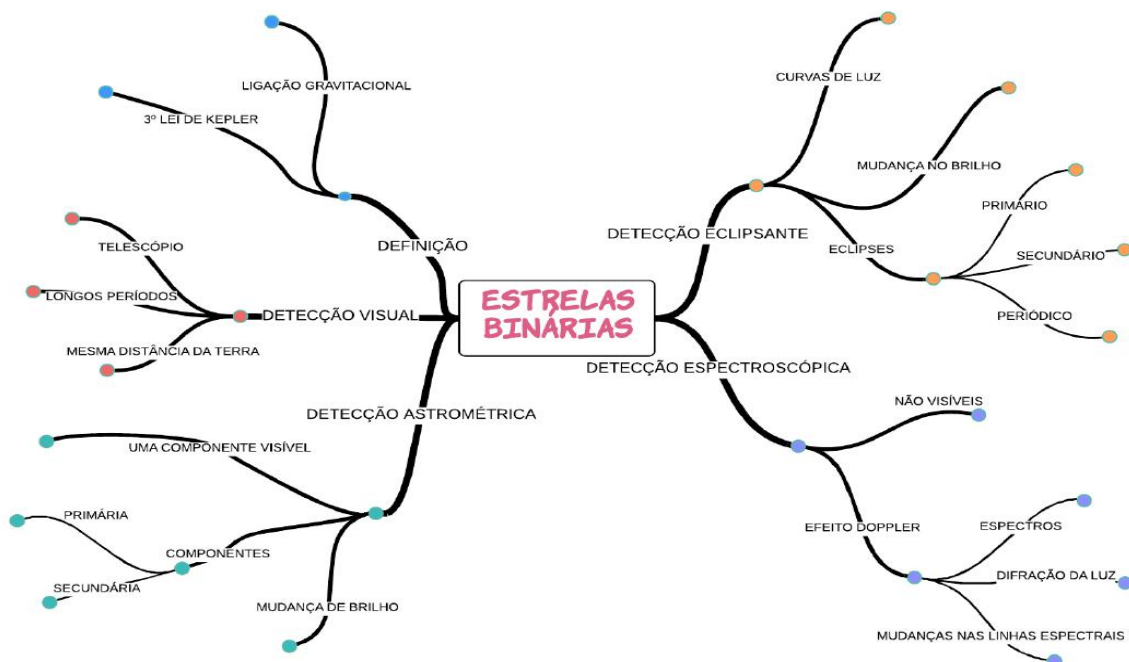


Fonte: Autores.

Podemos ainda destacar que embora a proposta tenha sido pensada para o ensino fundamental, como vemos na Figura 3 temos assuntos que são abordados no ensino médio.

Na Figura 4, podemos visualizar a classificação e os quatro tipos de detecção utilizados que permitem a descoberta de novos sistemas múltiplos, ainda, na Figura 4 conseguimos adicionar também assuntos relacionados a difração da luz, nesse mapa temos 5 (cinco) subtópicos.

Figura 4 - Mapa mental referente a classificação e detecção de estrelas binárias.

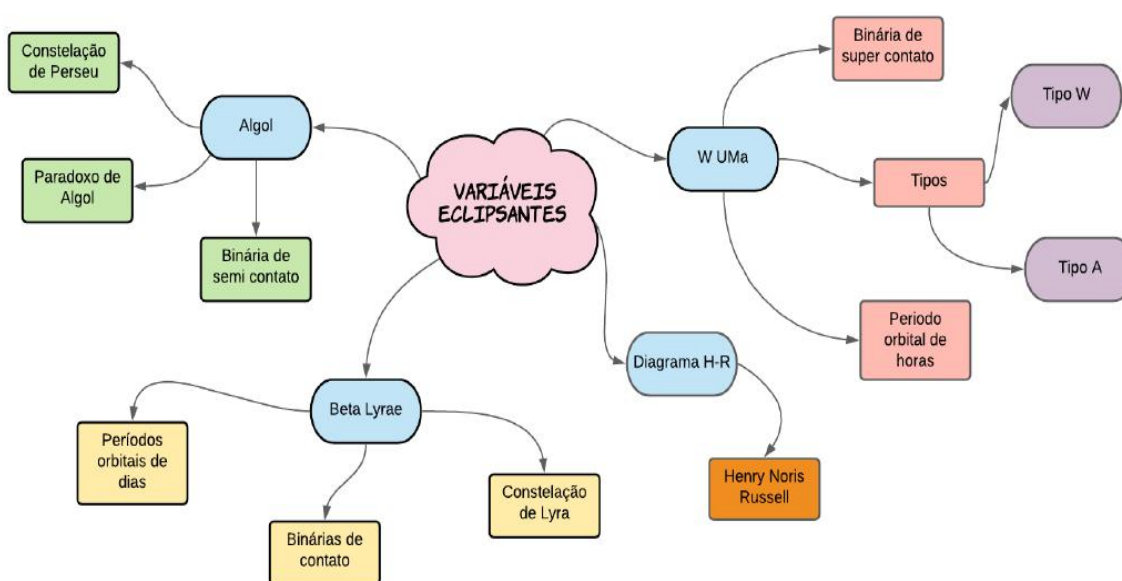


Fonte: Autores.

Outro aspecto relevante ao estudar as estrelas binárias é entender como elas são observadas e classificadas, no caso desses sistemas esse aspecto também é importante, uma vez que elas são classificadas a partir da técnica de observação utilizada na observação, então é de suma importância conhecer os métodos utilizados para detectá-las.

O Mapa Mental apresentado na Figura 5 mostra uma outra forma de classificação das estrelas conhecidas na literatura como binárias eclipsantes (tópico principal), em especial as binárias do tipo Algol, Beta Lyrae e W Uma. As estrelas binárias são classificadas de quatro formas diferentes: binárias visuais, binárias astrométricas, binárias espectroscópicas e binárias eclipsantes (Filho; Saraiva, 2014). Na sequência didática da nossa proposta segue duas etapas, a primeira é apresentar o contexto histórico, os principais cientistas envolvidos no estudo das estrelas binárias, e como elas são classificadas, então os mapas apresentados nas Figuras 2, 3, 4 e 5 atendem perfeitamente o objetivo da sequência didática.

Figura 5 - Mapa mental referente as estrelas variáveis eclipsantes e os tipos Algol, Beta Lyrae e W Uma.

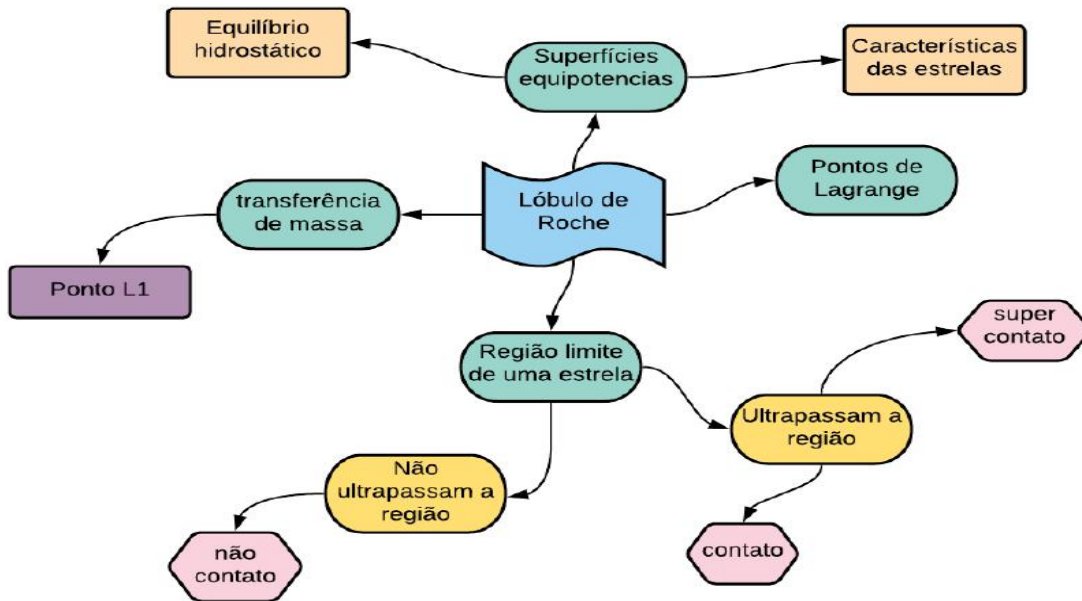


Fonte: Autores.

Na segunda etapa, os alunos irão reelaborar os mapas mentais e explicá-los com o intuito de desenvolver habilidades como: boa argumentação, postura e por fim interagir de forma lúdica com os colegas. Desse modo, propomos uma sequência didática envolvendo a construção e reconstrução dos mapas mentais. Ainda na Figura 5, podemos visualizar a qual constelação pertence determinado sistema binário, como por exemplo o Beta Lyrae pertence a constelação de Lyra e as estrelas Algol pertencem a constelação de Perseu, temos também a inclusão do Diagrama H-R.

Podemos inserir mais dois mapas mentais interessantes as Figuras 6 e 7. Uma apresenta o tópico lóbulo de Roche, que é um conceito novo para os alunos, e na outra temos as principais missões espaciais que descobriram as estrelas binárias. Na Figura 6 apresentamos o Mapa Mental referente ao lóbulo de Roche e a classificação morfológica de estrelas binárias. Temos também a oportunidade de estudar conceitos como superfícies equipotenciais, equilíbrio hidrostático e pontos de Lagrange. A Figura 6 é muito interessante para ser aplicada na primeira parte da sequência didática no nível de graduação.

Figura 6 - Mapa mental referente ao lóbulos de Roche e a classificação morfológica de estrelas binárias.

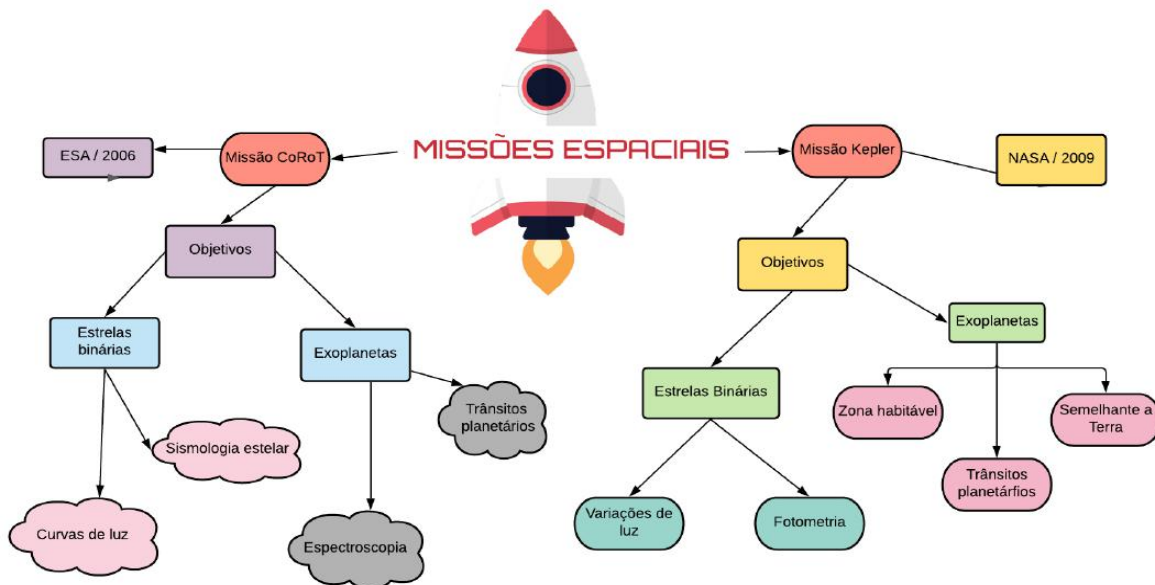


Fonte: Autores.

Com o estudo das estrelas binárias é possível inserir e compreender conceitos como lóbulos de Roche, meio pelo qual as estrelas do sistema podem transferir massa para sua componente e logo alterar o processo evolutivo da estrela.

Na Figura 7 usamos imagens e cores como atrativos e apresentamos as principais missões que contribuíram de forma significativa para descobertas de novos sistemas binários. Os objetivos dessas missões espaciais era descobrir novos sistemas planetários, os exoplanetas. Contudo percebemos que além dos exoplanetas foram descobertos novos sistemas binários.

Figura 7 - Mapa mental referente às missões espaciais Kepler e CoRoT.



Fonte: Autores.

6. Conclusão

Neste contexto, para contribuir minimamente com esses problemas, realizamos uma proposta didática utilizando mapas mentais e o conceito de estrelas binárias.

Neste trabalho buscamos contribuir em duas frentes: apresentar os mapas mentais como uma ferramenta útil que pode ser usada no estudo de conceito de Astronomia em segundo lugar, realizou uma proposta didática para o ensino de Física usando a Astronomia. Para chegar ao objetivo, foi galgado o seguinte caminho: focando no contexto histórico e na multiplicidade estelar, ou seja, sistemas binários, apresentamos o tema de estrelas binárias; não obstante, as estrelas binárias foram definidas; técnicas de detecção e classificação foram apresentadas ao leitor; por último, baseada no referencial teórico, foi apresentada uma proposta didática que inclui a construção de mapas mentais.

Nota-se que a solução do problema de ensino de Astronomia, gerado pela inserção de tópicos em Astronomia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é complexo (envolve diversos componentes, disciplinas, técnicas, etc.), integrando disciplinas como Física, Astronomia e Pedagogia. O resultado multidisciplinar deste trabalho permitiu alcançar o objetivo inicial que era propor uma ferramenta didática para possível uso em sala de aula; tornando os discentes, os construtores do conhecimento e cooperadores dos docentes e vice-versa; e apresentar bases científicas sólidas para a construção da proposta didática para auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de Astronomia. Como perspectiva futura esperamos aplicar a proposta didática aqui apresentada, e realizar uma análise qualitativa e futuras melhoras para a proposta.

Referências

- Aragão, R. M. R. (1976). *A Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel – Sistematização dos Aspectos Teóricos Fundamentais*. Tese (Doutorado em Ciência - Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. (2ed.) Ed. Interamericana.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Berlin: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.
- Buzan, T. (2009). *Mapas mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e utilizar ao máximo o potencial do seu cérebro*. Rio de Janeiro, Sextante.
- Canas, A. J., Novak, J. D., Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 6-19.
- CNES (2021). Recuperado de: http://smc.cnes.fr/COROT/GP_mission.htm.
- Farias, C.M.L., Carvalho, R.B. de. (2016). Ensino Superior: a geração Y e os processos de aprendizagem. *Revista Espaço Acadêmico*, 15(179), 37-43.
- Fenner, G. (2017) *Mapas Mentais: potencializando ideias*. BRASPORT.
- Filho, K.O.S., Saraiva, M.F.O. (2004). *Astronomia e Astrofísica*.: Editora Livraria da Física.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker J. (2016). *Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica*. Vol. 2; Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – (10. ed.) LTC.
- Keidann, G.L. (2013) *Utilização de Mapas Mentais na Inclusão Digital*. II EDUCOM SUL: Ijuí-RS.
- Moreira, M.A. (2012) *Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning)*. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, pp. 41.. Recuperado de :<https://docplayer.com.br/29731174-Mapas-conceituais-e-aprendizagem-significativa-1-marco-antonio-moreira-instituto-de-fisica-ufrgs-porto-alegre-rs-brasil.html>.
- Marques, A.M.M. (2008.) *Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceituais*. 2008. Dissertação (Mestre em Expressão Gráfica, Cor e Imagem)– Universidade Aberta, Sintra, Portugal. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10400.2/1259>.
- Mello, D.R. (2014). *Aprendendo Física com as estrelas binárias*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(3),3307.
- Nasa. (2021). Kepler. <http://kepler.nasa.gov/>.

Novak, J. D. (2000) Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas Conceituais como Ferramentas de Facilitação nas Escolas e Empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Oliveira, A.M., Henkes, S.B.R., Strohschoen, A.A.G. (2019). Mapa Conceitual e World Café: ressignificando o ensino de ciências pela argumentação. Research, Society and Development, 8(3), 13.

Silva, A.J.A. (2019). Proposta Didática Para o Ensino e Divulgação da Astronomia; Projetor de Constelações de Baixo Custo. Revista Educação E Ciências Sociais, 2(3), 168-188.

Sobrinho, R.S.; Oliveira, L.L.A. (2022). Exoplanetas e sistemas extrassolares: uma sequência didática para o ensino da gravitação universal no Ensino Médio. A Física na Escola, 20(1), 1-6.

Tipler, P.A. (2014). Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. (6ed.) LTC. Vol. 2