

## UMA APLICAÇÃO DE CAMPOS CONCEITUAIS NO ENSINO INTERDISCIPLINAR DE ASTRONOMIA NA FÍSICA E NA MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

An

application fields of conceptual teaching of astronomy in interdisciplinary physics and mathematics in secondary education

Antônio Vanderlei dos Santos<sup>1</sup>

Rosane Fontana<sup>2</sup>

Juliana Rodrigues<sup>3</sup>

Graciela Paz Meggiolar<sup>4</sup>

**Resumo:** A matemática e a física são vistas como disciplinas difíceis e complexas pela maioria dos alunos. Além do que, o sistema de ensino, em boa parte das vezes, insiste em utilizar métodos antigos de ensino aprendizagem, onde, geralmente, acaba por dificultar o entendimento dos estudantes nas áreas citadas. Para tanto, o presente artigo apresenta por objetivo propor uma sequência didática de ensino usando a teoria de campos conceituais de Vergnaud para a aprendizagem nos conteúdos de física e matemática ligados à astronomia. A sequência didática utilizada foi de ordem qualitativa, uma vez que observou-se o comportamento dos alunos diante do trabalho realizado, e quantitativa, sendo que foi proposto um questionário aos estudantes onde verificou-se a aprendizagem dos conceitos transmitidos. A partir da pesquisa realizada, constatou-se que, conforme a teoria dos campos conceituais sugere, a aprendizagem dos conceitos relacionados à matemática e a física, quando são colocados em situações e esquemas distintos dos utilizados no cotidiano escolar, acontece mais facilmente, por conseguinte, isto acaba por auxiliar no desenvolvimento do campo conceitual dos estudantes, e por fim, aprofundando os conhecimentos dos mesmos.

**Palavras-chave:** Campos Conceituais. Astronomia. Física. Matemática. Educação.

**Abstract:** The mathematical and physical disciplines are seen as difficult and complex for most students disciplines. In addition, the education system, in much of the time, insists on using old methods of teaching and learning, which usually makes difficult the understanding of students in the areas mentioned. To this end, this paper presents the objective to propose a methodology of teaching using the theory of conceptual fields of Vergnaud for learning in mathematics and physics content related to astronomy. The methodology used was qualitative, since we observed the behavior of the students on the work performed, and quantitative, and proposed a questionnaire to students where there was learning the concepts forwarded. From the survey, it was found that, as the theory

<sup>1</sup> Doutor em Ciências, Universidade Regional Integrada do alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil, vandao@san.uri.br

<sup>2</sup> Doutora, Universidade Regional Integrada do alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil, rfontana@san.uri.br

<sup>3</sup> Graduada, Universidade Regional Integrada do alto Uruguai e das Mesões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil, juttrabalho@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre em Educação nas Ciências, Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática - PPGEICIM da ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul, gracipmdalmolin@gmail.com

of conceptual fields suggests, the learning of concepts related to mathematics and physics, when they are placed in situations and distinct from those used in the daily school schedules, happens more easily, therefore, this ultimately assist in developing the conceptual level of the students, and finally, deepening the knowledge of the same.

**Keywords:** Conceptual Fields. Astronomy. Physics. Mathematics. Education.

## Introdução

Nos últimos anos muito vem se falando de aprendizagem significativa, em diversos níveis de ensino e em várias áreas do conhecimento, incluindo a área das ciências exatas. A maioria dos alunos demonstra dificuldade em aprender matemática e física, pois são consideradas disciplinas complicadas de se entender e utilizar seus conceitos em outras áreas do conhecimento. Em função disto, os professores destas matérias, normalmente, enfrentam resistência por parte dos estudantes em estudar os conceitos discutidos em sala de aula. Neste âmbito, acreditamos que a interdisciplinaridade pode proporcionar uma melhora na aprendizagem de certos conceitos, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo de cada aluno, e melhorando o entendimento de conceitos das várias áreas do conhecimento.

Esta inter-relação entre a matemática e a física vem como ferramenta de ensino, que apresenta uma riqueza de conceitos, no qual podemos relacioná-los proporcionando um estímulo na aprendizagem significativa do aluno. Na vertente dos estudos da astronomia convém destacar, que ela possui uma história rica e que podemos através dela motivar os alunos, despertando a vontade e o entusiasmo dos mesmos em estudar esta ciência.

Porém, os conhecimentos contidos no ramo astronômico são baseados nos conceitos físicos e matemáticos. A partir disto, Gérard Vergnaud, psicólogo e discípulo de Piaget, propõe que o campo conceitual de um indivíduo se desenvolve num longo período de tempo através de diversas situações vividas pelo mesmo.

A teoria dos campos conceituais norteou a pesquisa realizada no sentido que buscou-se pesquisar, baseado nas ideias de Vergnaud, o “sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino” (CARVALHO Jr; AGUIAR Jr., 2008, p. 210). Conforme o estudo aplicado, pôde-se perceber que a matemática e a física podem interligar-se através da astronomia gerando uma aula agradável e proveitosa, além de um aprendizado recheado de informações importantes, a nível de ensino médio, proporcionando assim uma aprendizagem significativa.

A motivação para realização desse trabalho vem da leitura do artigo Ensino de Astronomia no Brasil – 1850 a 1951 – Um olhar pelo Colégio Pedro III, publicado na revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência, o qual nos incentivou a utilizar a astronomia interdisciplinarmente com a matemática. Vale ressaltar, que conforme exposto, o presente artigo tem por objetivo propor uma sequência didática ensino usando a teoria de campos conceituais para a aprendizagem significativa nos conteúdos de física e matemática ligados à astronomia. Além do que, a proposta realizada justifica-se no intuito de auxiliar na aprendizagem dos estudantes de ensino médio em matérias consideradas muito complexas por grande parte destes; bem como, no propósito de ajudar os professores a entender o processo de ensino aprendizagem que ocorre com os alunos. Apresentamos o artigo como seque, fazendo um breve levantamento teórico conceitual, dos conceitos a serem desenvolvidos no trabalho, a seguir introduzimos a metodologia necessária a realização da pesquisa. Após apresentamos os resultados e culminando, nas considerações finais.

## Referencial Teórico a partir de Campos Conceituais de Vergnaud

Abordaremos nesta seção o referencial teórico que nos dará suporte para analisarmos os dados coletados na escola, segundo Vergnaud apud Moreira (2002) encara o fato de que o conhecimento está devidamente organizado em campos conceituais, tendo em vista que, o domínio deste conhecimento por parte do indivíduo acontece no decorrer de um longo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem.

A definição de campo conceitual para Vergnaud apud Moreira (2002, p. 8) é:

um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição.

Moreira (2002) coloca que a compreensão de um campo conceitual demora um longo tempo e não poucos meses; diversos tipos de problemas e atividades devem ser trabalhados com os estudantes, afim de que estes dominem, paulatinamente, os conceitos apresentados ao longo da vida estudantil. Em suma, entende-se por campo conceitual uma teoria cognitivista neopiagetiana que tem a intenção de oferecer maiores informações para o entendimento e desenvolvimento da mente no ramo cognitivista e da aprendizagem de níveis complexos.

Vergnaud apud Moreira (2002) coloca como conceito a união de três conjuntos: (i) “S” é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; (ii) “I” é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto; (iii) “R” é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas.

Segundo Vergnaud apud Llancaqueo, Caballero e Moreira (2003) uma situação pode ser entendida como uma tarefa, sendo que a união de tarefas e problemas produz uma situação complexa, assim como as respostas e os processos cognitivos que um sujeito está fadado são motivados pelas situações que este tem de encarar. Portanto, é por meio das ações e do domínio das situações que o sujeito desenvolve os campos conceituais do seu conhecimento.

Conforme Vergnaud (2009), o significado de conceito não ocorre baseado a partir de uma única situação, assim como, uma situação não deve ser estudada e analisada a partir de um conceito apenas, mas sim por inúmeros conceitos. Logo, a partir desta análise, percebe-se que situação e conceito estão intimamente interligados, assim como os esquemas e os invariantes operatórios também fazem parte deste conjunto.

“O conceito de esquema é muito frutífero, não somente para descrever comportamentos familiares, mas também para descrever e compreender os processos de resolução de problemas” (VERGNAUD apud CARVALHO Jr; AGUIAR Jr., 2008, p. 215). Cabe ressaltar que Vergnaud apud Carvalho Jr. e Aguiar Jr. (2008, p. 215-216) aponta os ingredientes que formam um esquema como segue:

(1) Metas (objetivos) e antecipações, pois um esquema está orientado sempre à resolução de uma determinada classe de situações;

(2) Regras de ação, busca por informações e controle, que são os elementos que dirigem a sequência de ações do sujeito;

(3) Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação e, portanto, guiam a construção dos modelos mentais;

(4) Possibilidades de inferência (ou raciocínios) que permitem determinar as regras e antecipações a partir das informações e dos invariantes operatórios dos quais dispõe o sujeito.

“O conceito de esquema é essencial porque ele designa formas de organização da atividade para classes de situações bem identificadas e circunscritas” (VERGNAUD, 2011, p. 26). Conforme Plaisance e Vergnaud (2003, p. 67), “a maior parte dos conhecimentos são competências, e a análise dos esquemas mostra que eles não consistem somente em maneira de agir, mas também em conceitualizações implícitas”.

“Designam-se pelas expressões ‘conceito-em-ação’ e ‘teorema-em-ação’ os conhecimentos contidos nos esquemas. Pode-se também designá-los pela expressão mais abrangente ‘invariantes operatórios’” (VERGNAUD apud MOREIRA, 2002, p. 14). Vergnaud apud Llancaqueo, Caballero e Moreira (2003, p. 403) explica que “um teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real e um conceito-em-ação é uma categoria de pensamento considerada como pertinente”.

O conceito de interdisciplinaridade não está totalmente definido entre os autores. Desmembrando a palavra em si, tem-se, de acordo com Assumpção (1996, p. 23-24):

[...] *inter*, prefixo latino, que significa *posição* ou *ação intermediária*, reciprocidade, interação [...]. Por sua vez, *dade* (ou *idade*) sufixo latino, guarda a propriedade de substantivar alguns adjetivos, atribuindo-lhes o sentido de ação ou resultado de ação, qualidade, estado ou, ainda, modo de ser. Já a palavra *disciplina*, núcleo do termo, significa a episteme, podendo também ser caracterizada como ordem que convém ao funcionamento duma organização ou ainda um regime de ordem imposta ou livremente consentida.

Para Torres Santomé apud Vilela e Mendes (2003) a interdisciplinaridade pode ser entendida como a relação encontrada entre duas ou mais disciplinas, no que se refere ao plano coletivo, onde estas são transformadas e tornam-se dependentes umas das outras quando estão em contato. Meireles e Erdmann apud Vilela e Mendes (2003, p. 528) afirmam que:

só se pode falar em interdisciplinaridade a partir do momento em que essa comunicação ou diálogo gerar integração mútua dos conceitos entre as disciplinas, constituindo novo conhecimento ou buscando a resolução para um problema concreto.

A palavra que está intrinsecamente ligada a interdisciplinaridade é *integração*, pois a conquista da primeira se dá através das relações existentes entre os conteúdos trabalhados em sala de aula ou entre os diversos campos da ciência. As explicações sobre o Universo e suas atividades são baseadas na conexão de inúmeros conceitos, das mais diversas áreas científicas, que desencadeiam no conhecimento astronômico, por exemplo. Logo, percebe-se que há a integração entre os processos físicos, matemático, químicos, biológicos, entre outros, para o verdadeiro desenvolvimento conceitual ao redor do contexto exposto.

## Astronomia

A astronomia é uma ciência antiga, que atia a curiosidade humana há muitos séculos. Engelbrekton (1981) coloca que o homem se deslumbrava com o universo e os seres que rodeavam o planeta; crendo, na maioria dos momentos, ser ele o centro de tudo. Mourão (1982) complementa dizendo que nada existe de admirável na conduta que estes povos antigos tinham em relação à astronomia, pois de acordo com a vida que costumavam ter, regidos pela noite e pelo dia, nada mais lógico que se importassem com os acontecimentos do cosmos, como a fase da Lua, os eclipses, etc.

Foi na Grécia que a astronomia revela seus maiores estudiosos. Já na antiguidade, antes da Era de Cristo, Tales de Mileto já acreditava nas linhas curvas da Terra e Pitágoras já mencionava na esfericidade da mesma, da Lua e do Sol, além do que, este último citava o movimento de planetas ao redor do Sol (ENGELBREKTON, 1981).

Conforme Mourão (1982), dentro das descobertas astronômicas, a partir de Hiparco e suas inúmeras contribuições, destaca-se que o mesmo imaginou o conceito de corpos celestes movendo-se em epiciclos e deferentes, influenciando fortemente, mais tarde, Ptolomeu; que em sua obra *Almagesto* relata seu sistema geocêntrico do mundo, sendo a Terra o centro da órbita dos corpos celestes. Os princípios de Ptolomeu foram aceitos até cerca do século XVI, quando Nicolau Copérnico mostra o sistema heliocêntrico.

As principais leis que explicam os movimentos dos planetas foram desenvolvidas pelo astrônomo, matemático e astrólogo alemão Johannes Kepler. As Leis de Kepler explicam o comportamento dos corpos celeste em torno do Sol ou de outro corpo influente no Universo. As três Leis de Kepler se identificam, conforme Halliday, Resnick e Walker (1996, p. 61-62), como:

**1. A LEI DAS ÓRBITAS:** Todos os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos. [...]

**2. A LEI DAS ÁREAS:** Uma linha que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. Em termos qualitativos, essa lei nos diz que o planeta se moverá mais devagar, quando estiver mais afastado do Sol, e mais rápido, quando mais perto. [...]

**3. A LEI DOS PERÍODOS:** O quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo do semi-eixo maior da sua órbita. [...]

$$T^2 = \left( \frac{4\pi^2}{GM} \right) \cdot r^3 \text{ (lei dos períodos)}$$

Convém destacar que tanto Kepler quanto Newton completam o trabalho um do outro, pois as informações de um correspondem ao estudo do outro, e vice-versa. Bem como, as ideias, leis e cálculos desenvolvidos por estes gênios transformaram a astronomia no momento em que pode-se explicar questões simples e complexas, ao mesmo tempo, relacionadas ao cosmos e a vida no planeta Terra.

O ensino de matemática e física estão intimamente relacionados quando se refere a estas ciências em âmbito escolar. Kawamura e Hosoume (2002) colocam que em épocas anteriores, ensinar Física era apenas fazer com que os alunos compreendessem uma série de conhecimentos, onde mais tarde seriam retomados e trabalhados novamente, um pouco mais intensificados, contudo, nota-se que a educação vem voltando a ocupar seu espaço, pois educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos

jovens, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que se acredita e discuti-los mesmo que paulatinamente.

## **Metodologia**

A pesquisa tratou-se de um estudo de caso, uma vez que foi proposta uma aula diferenciada onde foi analisado o comportamento na aprendizagem dos estudantes de uma série do Ensino Médio, mediante a uma nova sugestão de ensino. Pois, para Isaac apud André (2008, p. 14) os estudos de caso têm o sentido de “estudo descritivo de uma unidade seja ela uma escola, um professor, um grupo de alunos, uma sala de aula”.

A pesquisa se identificou de forma qualitativa e quantitativa, pois segundo Lakatos e Marconi (1991) ambas as formas descrevem o objeto de estudo, sendo o papel do investigador conceituar as inter-relações de acordo com as propriedades analisadas nos fatos observados.

Logo, o presente trabalho teve caráter quantitativo, uma vez que, os dados coletados foram analisados através de gráficos e tabelas, mostrando as relações entre as variáveis presentes no questionário que foi proposto; sendo que, este teve perguntas fechadas, possibilitando ao respondente a objetividade de suas respostas. E também, identificou-se como qualitativo pelo fato de que o comportamento dos sujeitos envolvidos também foi analisado, assim como, as percepções sentidas em torno do novo método de trabalho por parte do público presente nas atividades que foram realizadas também fizeram parte do quadro de análises do trabalho que foi proposto.

A coleta de dados se deu mediante questionário fechado aplicado no 3º ano do Ensino Médio na instituição de ensino onde foi efetuado o trabalho exposto. Pode-se definir um questionário como uma técnica de investigação constituída de inúmeras questões apresentadas às pessoas por escrito, sendo que, o objetivo se concentra na coleta de opiniões sobre o assunto estudado (GIL, 1999).

O questionário deve ter caráter impessoal para que se tenha uniformidade na avaliação de determinada situação em relação à outra (CERVO; BERVIAN, 1996).

Um questionário apresenta dois principais tipos de questões, sendo estas as questões fechadas e as questões abertas. As primeiras, de acordo com Gil (1999), possibilitam-se ao respondente determinadas alternativas de respostas para que esta escolha a que melhor expõe sua opinião ou situação. Sem dizer que para Cervo e Bervian (1996) as perguntas fechadas proporcionam respostas mais precisas.

## **Resultados e discussões**

Por motivos de confidencialidade, a escola pesquisada não será detalhadamente identificada. No entanto, trata-se de uma instituição pública estadual localizada no sul do Brasil, em um município com aproximadamente setenta mil habitantes. Além do que, possui cerca de 1600 alunos e 100 professores ao todo, distribuídos num espaço de aproximadamente 6000 m<sup>2</sup>.

A turma onde o trabalho foi desenvolvido era do 3º ano do Ensino Médio, com aproximadamente 30 alunos.

Inicialmente destaca-se que a aplicação proposta foi realizada no dia 03 de abril de 2014, das 10h 20min às 11h 55min, na escola pesquisada. Onde o assunto desenvolvido foi trabalhado através de *slides* e vídeos para a turma do terceiro ano do ensino médio. Ressaltando-se que todo conteúdo exposto e explanado foi baseado no referencial teórico já citado no presente trabalho, bem como nas referências bibliográficas que se encontram ao final deste.

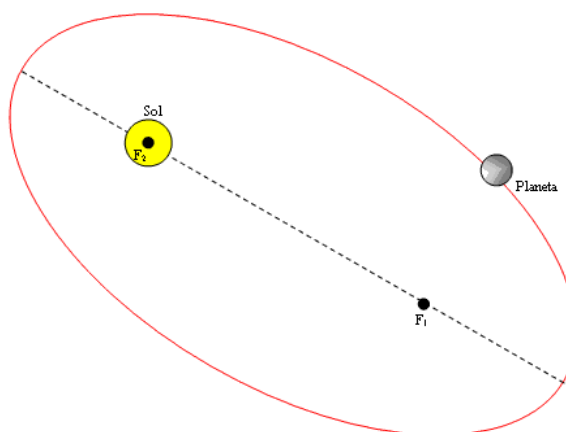
Num primeiro momento, houve a apresentação da ideia geral do projeto proposto, com a intenção de fazer os alunos entender que o trabalho que seria aplicado se tratava de uma pesquisa científica. Após esta introdução, explanou-se sobre a história da astronomia, onde comentou-se que a astronomia iniciou com povos antigos, os sumerianos. Mais tarde, na Grécia, surgiram nomes importantes, como Tales de Mileto e Pitágoras, cada qual com seus estudos e ideias. Na sequência, tiveram outros grandes nomes na área da matemática, filosofia e astronomia que surgiram, contribuindo com suas análises e cálculos sobre o Universo.

Dentro deste pensamento, citou-se Hiparco, que exerceu grande influência para Ptolomeu, que através de seus estudos concluiu que a Terra era o centro da órbita dos planetas, colocando o sistema geocêntrico em pauta na sua obra *Almagesto*. Ideia esta aceita até meados do século XVI, quando Nicolau Copérnico propõe o sistema heliocêntrico, onde o Sol estava no centro da órbita circular dos planetas e demais corpos que fizessem parte deste sistema.

Galileu Galilei, tempos depois, também proporcionou grandes avanços nas descobertas da ciência com suas observações telescópicas e estudos matemáticos. Anos mais tarde, o alemão Johannes Kepler, fortemente influenciado pelos estudos de Tycho Brahe, formulou três leis sobre o movimento dos corpos celestes. Enfim, Isaac Newton, induzido pelos estudos de Kepler, formulou a Lei da Gravitação Universal.

Dando sequência a aula, o próximo item trabalhado foram as Leis de Kepler, começando-se, logicamente, pela primeira. Foi dito aos alunos que a 1ª Lei é a Lei das Órbitas, na qual Kepler afirmou que todos os planetas e demais corpos celestes descrevem uma órbita elíptica ao redor do Sol, sendo que este se localiza em um dos seus focos. Para ilustrar este pensamento, foi apresentada aos estudantes a Figura 1.

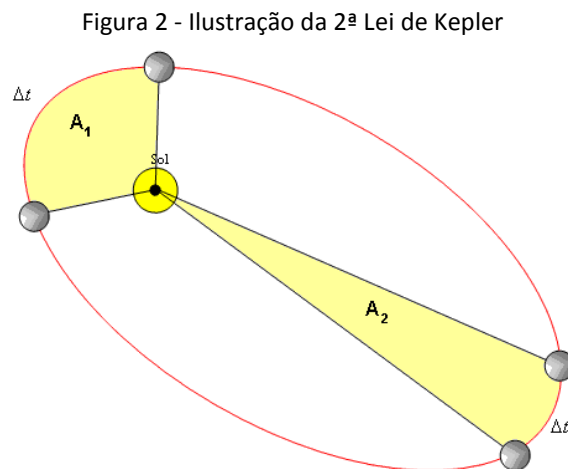
Figura 1 - Ilustração da 1ª Lei de Kepler



Fonte: SOF, [s. d.]

Intercalado a esta fala, foi mostrado aos alunos um vídeo animado onde três planetas se moviam em órbitas elípticas, sendo que o Sol estava em um dos focos. Através da mídia apresentada, puderam observar, mesmo que em escala exagerada, como é esta movimentação no Sistema Solar.

Em seguida, após a visualização do vídeo, a aula foi novamente direcionada aos *slides*, sendo o próximo a 2ª Lei de Kepler, dita como a Lei das Áreas. Onde foi colocado que um planeta varre áreas iguais em tempos iguais, imaginando-se uma linha ligando este planeta ao Sol. A partir disto, foi explicado que quanto mais afastado o corpo celeste se encontrar do Sol, mais devagar ele se move, e, em contrapartida, quanto mais perto, mais rápido ele se moverá. Com a ideia de esclarecer os conceitos apresentados, foi mostrada a Figura 2.



Fonte: SOF, [s. d.]

O item seguinte trabalhado com os alunos foi a 3ª Lei de Kepler, intitulada Lei dos Períodos, que diz que o quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior da sua órbita. Para elucidar as ideias que foram trabalhadas até então, foi oportunizado um vídeo, onde foi lembrado rapidamente como Tycho Brahe influenciou Kepler através de seus estudos sobre o Universo; assim como, foram retomadas as Leis de Kepler uma a uma.

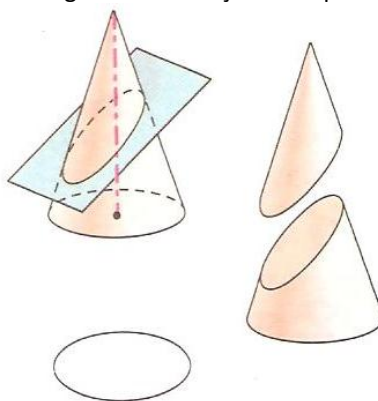
Na sequência da aula, depois da visualização da animação, foi colocada para a turma a definição de cônicas. Onde foi apresentado que estas são obtidas através de um plano que intercepta um cone. As cônicas citadas foram a elipse, a parábola e a hipérbole.

Num primeiro momento, a parábola foi apresentada aos alunos sendo definida como um conjunto de pontos equidistantes de um ponto dado, o foco, e da diretriz (reta dada). Para o melhor entendimento deste conceito, foi proporcionado um novo vídeo aos estudantes com o intuito de esclarecer melhor a definição colocada. No slide seguinte, foi comentado rapidamente sobre a hipérbole e sua definição. De forma conceitual, foi colocado que um plano que intercepta um cone de duas folhas verticalmente, não passando pelo seu eixo central, se intitula hipérbole.

No item posterior, o tema abordado foi a elipse foi definido que elipse é a curva gerada pela intersecção de um plano que não passe pela base e nem atravesse as duas folhas do cone estudado. Para ilustrar este conceito foi apresentada a Figura 3.



Figura 3 - Ilustração da elipse

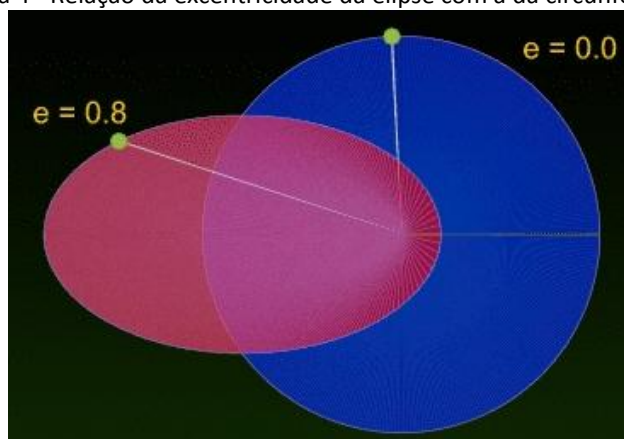


Fonte: Giovanni, Bonjorno e Giovanni Jr. (2002, p. 542)

Com o objetivo de apresentar de maneira distinta os elementos de uma elipse, foi exibido um novo vídeo que continha uma animação onde foram mostrados os pontos principais e as relações existentes nesta cônica. No início, foi abordado que a distância de um dos focos até um ponto qualquer da elipse mais a distância do outro foco até este mesmo ponto qualquer da elipse é igual a um valor constante. Após isto, este mesmo desenho foi transportado para o plano cartesiano, onde foi falado, também, que o comprimento do foco 1 (F1) até o centro da abscissa e o comprimento do foco 2 (F2) até o centro da abscissa são iguais. Assim como, foi dito que o cálculo da excentricidade é feito pela razão entre a semidistância focal pelo semieixo maior da elipse.

No momento seguinte, foi mostrado rapidamente a equação reduzida da elipse, onde  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ . Além do que, foi constatado que quanto mais a excentricidade estiver próximo da unidade, mais achatada ela será, e quanto mais próximo de zero estiver, mais arredondada será. Logo, foi colocado que quanto mais o valor da semidistância focal for próxima a zero, mais os comprimentos do semieixo maior e do semieixo menor tendem a se igualar. Com isto, foi deduzido que caso a semidistância focal for igual a zero, a elipse se transformará em uma circunferência; portanto, a circunferência tem excentricidade nula. Como forma de ilustração, foi apresentada a Figura 4.

Figura 4 - Relação da excentricidade da elipse com a da circunferência



Fonte: Gasparoto (2012)

Dentro do esquema da aula, também foi falado sobre a Lei da Gravitação Universal. Foi esclarecido que, segundo a lenda, uma maçã caiu na cabeça de Isaac Newton e este observou que a fruta caiu por algum motivo, onde deduziu que algo estaria “puxando” ela, este “algo” seria a Terra. A partir disto, foi dito que o pensamento de Newton foi além, ele sugeriu que, não somente a Terra atrai a maçã, mas também atrai outros corpos do universo. Logo, através de seus estudos, ele afirmou que todos os corpos do universo que possuem massa atraem outros corpos que possuem massa.

Portanto, foi mostrada a equação que representa a Lei da Gravitação Universal:  $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ . Além do que, foi colocado que esta representação da lei quer dizer que duas partículas se atraem com forças cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. E, para finalizar, foi exibida a Figura 5 com a ideia de mostrar a distribuição dos planetas do sistema solar e para que a órbita elíptica dos corpos fosse visualizada, mesmo que de maneira exagerada.

Figura 5 - Órbita elíptica dos planetas ao redor do Sol



Fonte: Bourbon (2012)

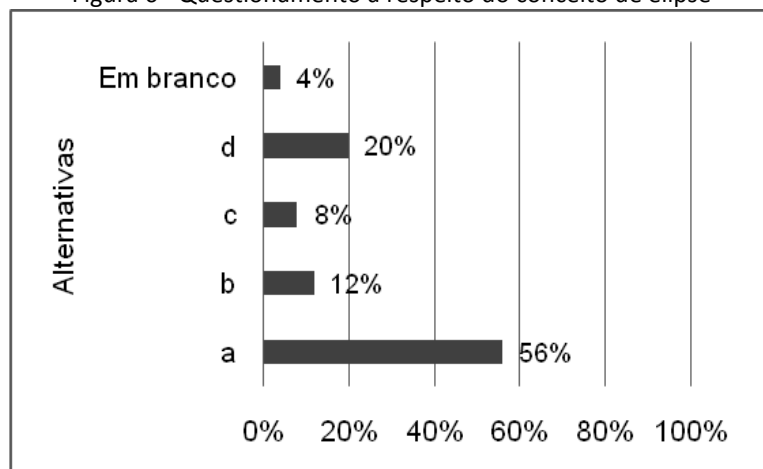
Para encerrar a aula, foi exibido um vídeo que conta, resumidamente, a história de Newton e a importância de suas descobertas para a ciência. Num primeiro momento, foi revelado que o jovem cientista, apesar de solitário, um tanto vingativo e contrário às críticas que recebia, foi um dos grandes gênios que a astronomia, a matemática e a física tiveram, pois, com apenas 24 anos de idade ele desenvolveu o cálculo diferencial e integral, por exemplo. Além do que, uniu as ideias de Galileu Galilei, Kepler, Tycho Brahe e outros nomes de importância com os seus estudos e afirmou que a força que a Terra atrai a maçã é a mesma que mantém os corpos em órbita, ou seja, a gravidade.

Ao final, os alunos foram questionadores e colocaram algumas curiosidades em relação a astronomia e a vida no espaço. Buracos-negros, supernovas e constelações foram alguns dos temas relacionados com a aula e questionados pelos próprios estudantes.

O questionário foi aplicado no dia 10 de abril de 2014, das 10h 20min às 11h 55min, na escola pesquisada. Os alunos foram submetidos a um total de dez questões de múltipla escolha, sendo que cada qual tinha quatro alternativas de respostas para que apenas uma fosse escolhida. As perguntas eram referentes ao conteúdo explanado, sobre a aula dada e o

cotidiano escolar. A partir do exposto, destaca-se as principais respostas obtidas diante do questionário aplicado.

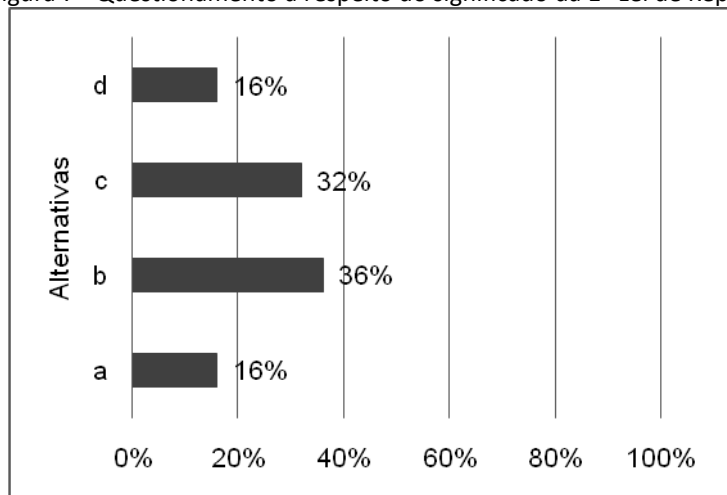
Figura 6 - Questionamento a respeito do conceito de elipse



Fonte: A pesquisa.

O gráfico representado pela Figura 6, demonstra a análise das respostas que foram obtidas na pergunta que se referia ao conceito de elipse. Dentre as opções colocadas, foi possível perceber que mais da metade da turma respondeu corretamente a alternativa “a”. A letra “d” obteve 20% das respostas, sendo que esta apresentava o conceito de circunferência. Já a alternativa “b”, obteve 12% dos resultados e a alternativa “c”, 8% destes, apesar de ambas apresentarem opções erradas de respostas. Convém destacar, que nesta questão 4% dos participantes não assinalaram nenhuma alternativa das que foram colocadas.

Figura 7 - Questionamento a respeito do significado da 1ª Lei de Kepler

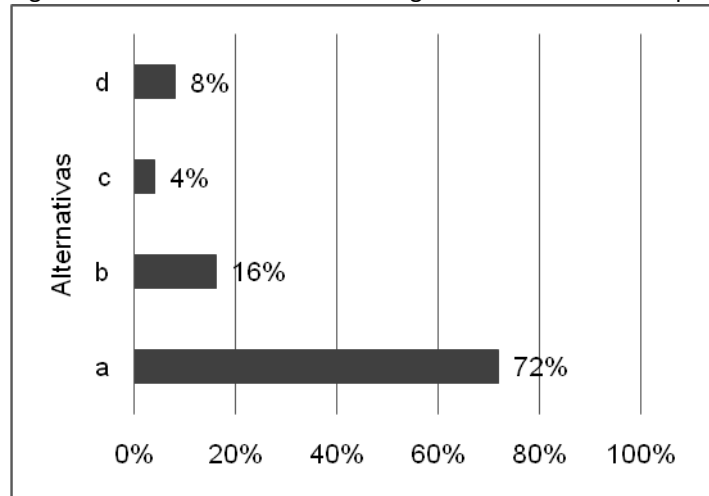


Fonte: A pesquisa.

Conforme a Figura 7, percebe-se que a estatística obtida em relação a pergunta referente a interpretação da 1ª Lei de Kepler foi positiva, pois a alternativa “b”, onde foi dado corretamente como opção que as órbitas dos planetas são elípticas e o Sol se localiza em um dos focos, alcançou a marca dos 36%. Porém, a alternativa “c” alcançou a marca de 32% das respostas, e as alternativas “a” e “d” empataram com a marca de 16% cada do total de respostas pesquisadas. Com isto, entende-se que, apesar do conceito ter sido entendido

por parte relevante dos participantes, não houve desenvolvimento conceitual em um número significativo de alunos.

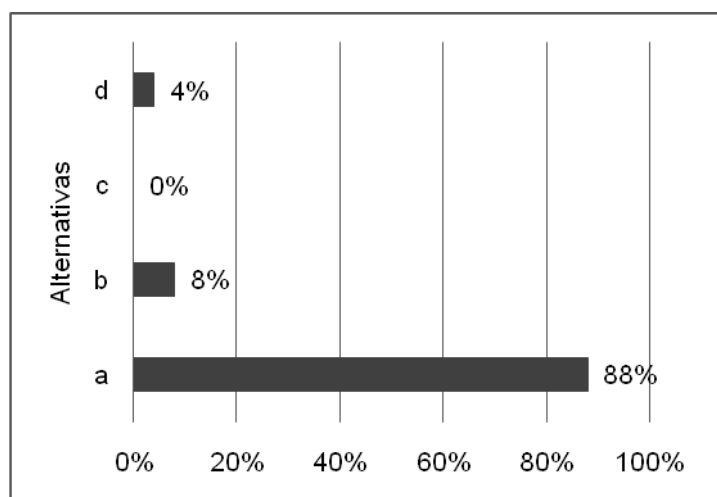
Figura 8 - Questionamento sobre o significado da 2ª Lei de Kepler



Fonte: A pesquisa.

A partir da Figura 8, convém destacar que 72% dos estudantes responderam corretamente a alternativa “a”, onde esta afirmava que um planeta qualquer se moverá mais devagar, quando estiver mais afastado do Sol, e mais rápido, quando mais perto. Por conseguinte, conforme o exposto pode-se analisar que houve o desenvolvimento conceitual positivo por boa parte dos participantes. Contudo, o déficit de aprendizagem neste item é perceptível pelas marcas obtidas nas alternativas “b”, “d” e “c” correspondentes a 16%, 8% e 4%, respectivamente.

Figura 9 - Questionamento a respeito da contribuição da aula proposta para o desenvolvimento do conhecimento de cada participante



Fonte: A pesquisa.

Conforme a Figura 9, referente a pergunta sobre a contribuição do método pedagógico proposto, verifica-se que boa parte dos alunos, correspondentes a 88%, concordaram que a aula dada foi positiva e significativa para o desenvolvimento de seus conhecimentos e, por conseguinte, do seu campo conceitual. Em contraponto, 8%

responderam a alternativa “b”, onde afirmaram que o trabalho proposto contribuiu pouco no desenvolvimento dos seus saberes. A partir da alternativa “d” verifica-se que apenas 4% dos participantes ficaram indecisos quanto ao questionamento colocado, pois nesta alternativa foi oferecida como opção a ideia de não saber se o trabalho desenvolvido contribuiu ou não para cada um. Por fim, a alternativa “c” obteve 0% das respostas, onde percebe-se que ninguém declarou a ideia que o método aplicado não contribuiu em nada no seu conhecimento.

### **Análises e reflexões a partir da aplicação realizada**

Aqui podemos fazer algumas comparações com outros trabalhos correlatos, que utilizam a inter-relação entre ciências de áreas diferentes a fim de melhorar a aprendizagem significativa, na referência de Horvath (2013) constatamos o uso da astronomia como motivador, no qual o trabalho mostra uma proposta de incorporação deste estudo na educação básica, através de uma abordagem mais empírica, tratando dos fenômenos observados relacionados ao sistema Terra-Sol-Lua e demais disciplinas na discussão a astrofísica estrelas.

Fróes (2006) aborda que os temas relacionados a astronomia, astrofísica e a cosmologia chamam muito a atenção dos alunos em idade escolar. Assim, podemos desenvolver com os estudantes situações das quais estimulam nos mesmos o interesse pela matemática e física.

Langhi (2010) aborda a questão relacionada a formação de professores focada nos saberes que contemplam o estudo da astronomia no ensino fundamental. Porém o trabalho que se assemelha mais ao nosso é EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PELA CONTEXTUALIZAÇÃO DA ASTRONOMIA, esse trabalho apresenta um material interdisciplinar e contextualizado de apoio pedagógico, para aplicação em sala de aula. Semelhante ao nosso que também apresenta uma proposta didática afim de que o aluno tenha uma aprendizagem significativa.

Além dos dados apresentados e analisados, convém ressaltar da importância do desenvolvimento de mais algumas análises e reflexões com base na aplicação realizada. Em relação a instituição pesquisada, houve acolhimento, principalmente por parte da professora regente da turma, que demonstrou interesse pelo trabalho realizado. Além do que, a turma participante reagiu bem quanto a proposta colocada, onde manifestou curiosidade e disposição diante das atividades expostas. Especialmente um grupo de estudantes que levantou diversas questões sobre o assunto tratado, revelando, assim, certo fascínio pelo tema abordado.

No decorrer da aula empregada, verificou-se que a turma se interessou demasiadamente pelos vídeos exibidos, onde ao final de cada um várias perguntas e curiosidades foram levantadas por diversos alunos. Assim como, percebeu-se interesse pela parte explicativa e falada da aula ministrada. Inclusive, foram colocados, rapidamente, questões e conhecimentos sobre assuntos como buracos negros, energia escura, antimatéria, a forma da galáxia Via Láctea e supernovas, dentre outros. Assuntos estes, despertados pela maior parte dos integrantes da pesquisa e discutidos em conjunto com a professora regente da turma e a acadêmica.

Diante do questionário proposto, os estudantes em geral demonstraram seriedade em respondê-lo, mas também, certa dificuldade, principalmente diante de conceitos

matemáticos expressos em palavras ou fórmulas. Contudo, identificou-se que alguns conceitos foram adquiridos e outros desenvolvidos pela maioria dos participantes. A partir disso, constata-se a importância do método pedagógico aplicado quanto ao desenvolvimento cognitivo de cada aluno.

### **Considerações Finais**

Com base em todas as atividades realizadas, inicialmente convém destacar que o objetivo do artigo, que foi propor uma sequência didática de ensino usando a teoria de campos conceituais para a aprendizagem nos conteúdos de física e matemática ligados à astronomia, foi atingido conforme o item 4, que representou os resultados e discussões. Através da prática executada, observou-se que o nível de interesse e curiosidade em relação aos assuntos tratados foi nítido por meio da interação ocorrida.

Convém destacar que, com base no desenvolvimento do referencial teórico do trabalho, foi constatada certa dificuldade em recolher material de autoria de Gérard Vergnaud, filósofo que propôs a teoria dos campos conceituais, como já mencionado no capítulo 2, subitem 2.1, que representou os campos conceituais de Vergnaud. Seus estudos são de extrema importância para a educação de um modo geral, mas, vale ressaltar, que no âmbito matemático suas análises se sobressaem, onde proporcionam um pensar crítico quanto ao modo de ensinar matemática, e por que não, física. Para tanto, sugere-se a obtenção de instrumentos de pesquisa pela academia, para que possa facilitar o estudo de tal; assim como, ressalta-se que o estudo e a pesquisa deste tema colaboram para um melhor desempenho profissional de um futuro professor.

Além disso, destaca-se a riqueza de material sobre astronomia, principalmente sobre sua história e as relações que esta tem com a física. Com isto, constatou-se que a interdisciplinaridade da física e da matemática, ligadas pela astronomia, gerou um círculo prazeroso de discussões e estudos. Onde, salienta-se que a própria preparação da aula realizada proporcionou descobertas e, por conseguinte, novos conhecimentos acadêmicos. Além do que, a coleta de informações sobre os assuntos abordados na exposição aplicada, tanto bibliográfica ou através dos meios tecnológicos, foi entusiasmante, refletindo em uma aula elaborada e ministrada com satisfação.

Vale ressaltar, que no decorrer da aula exposta, observou-se que a exposição colocada foi apreciada com muita atenção pela maioria dos ouvintes. Cabe salientar que, conforme Plaisance e Vergnaud (2003, p. 77):

é inútil estudar a formação de um só conceito, de um só esquema, ou de uma só representação, uma vez que o desenvolvimento cognitivo, pelo aprendizado e pela experiência, diz respeito a uma grande variedade de situações, de esquemas, de conceitos e de formas de representação.

Através do trabalho realizado, foi proposta uma nova experiência aos estudantes, com conceitos, esquemas e representações apresentados de uma maneira distinta do cotidiano escolar. A partir disso, colaborou-se para a formação de um campo conceitual em cada aluno, onde se oportunizou aos mesmos o contato com o conhecimento científico de forma suave, porém recheada de informações.

Sendo que, a ideia do trabalho realizado foi alcançada utilizando-se dos assuntos tratados através da interdisciplinaridade para o desenvolvimento do campo conceitual de

cada aluno, colocando-os em contato com uma nova visão de certos conteúdos já vistos em sala de aula.

## Referências

- ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Série Pesquisa. vol. 13. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.
- ASSUMPÇÃO, I. Interdisciplinaridade: uma tentativa de compreensão do fenômeno. In: **Práticas interdisciplinares na escola**. Organizado por Ivani Catarina Arantes Fazenda. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1996.
- BOURBON, R. **Órbita**. A Lua Tristonha. 2012. Disponível em: <http://aluatristonha.wordpress.com/2012/01/16/orbita/>. Acesso em: 30 mar. 2014.
- CARVALHO Jr., G. D.; AGUIAR Jr., O. Os Campos Conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6061/5632>. Acesso em: 06 set. 2013.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 4. ed. São Paulo: MAKRON Books, 1996.
- ENGELBREKTSON, S. (Trad.) **Estrelas, planetas e galáxias**. São Paulo: Melhoramentos, 1981.
- FRÓES, André. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 36 nº3. São Paulo. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-1172014000300016&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-1172014000300016&script=sci_arttext&tlng=es). Acesso em 07 mar 2016.
- GASPAROTO, L. **Elipse**. Curitiba: 2012. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=943>. Acesso em: 01 abr. 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GIOVANNI, J. R.; BONJORNO, J. R.; GIOVANNI JR., J. R. **Matemática fundamental: uma nova abordagem**. Ensino Médio. Vol. Único. São Paulo: FTD, 2002.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. v. 2. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- HORVATH, J.E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 4501. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n4/a12v35n4.pdf>. Acesso em: 02 Mar 2016.
- HOSOUME, Yassuko; LEITE, Cristina; DELA CARLO, Sandra. Ensino de Astronomia no Brasil - 1850 a 1951- Um olhar pelo Colégio Pedro II. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v. 12 n.02. p.189-204. mai-ago. 2010.
- KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**. v. 4. n. 2. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2013.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. Revista e Ampliada. São Paulo: Atlas, 1991.

LANGHI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.12. n.02. p.205-224. Mai-ago. 2010.

LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, M. C.; MOREIRA, M. A. El aprendizajedel concepto de campo en física: una investigaciónexploratoria a luz de lateoría de Vergnaud. **Revista Brasileira de Ensino Física**. 2003, vol. 25, n. 4, p. 399-417. ISSN 1806-1117. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172003000400011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000400011) &lang=pt. Acesso em: 02 nov. 2013.

MOREIRA, M. A. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área**. Investigações em Ensino de Ciências – v. 7, n. 1, 2002. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID80/v7\\_n1\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf). Acesso em: 12 ago. 2013.

MOURÃO, R. R. F. **Da Terra às Galáxias: uma introdução à astrofísica**. Petrópolis: Vozes, 1982.

PAULA, Elvis de; FERNANDES, Francisco C. R. Educação Matemática pela Contextualização da Astronomia. *in*: XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2009, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo: UNIVAP, 2009. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0976\\_1429\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0976_1429_01.pdf). Acesso em: 30 set. 2015.

PLAISANCE, É.; VERGNAUD, G. **As ciências da educação**. Traduzido por Nadyr de Salles Penteado e Odila Aparecida de Queiroz. São Paulo: Loyola, 2003.

SOF – Só Física. GRUPO VIRTUOUS. **Leis de Kepler**. [s. d.] Disponível em:<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/lk.php>. Acesso em: 20 mar. 2014.

VERGNAUD, G. **The Theory of Conceptual Fields**. Journal Human Development. vol. 52, n. 2, 2009. Disponível em:<http://www.each.usp.br/cmapping/iiciclo/artigo-marco.pdf>. Acesso em: 28 de mai. 2014.

\_\_\_\_\_. **O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática**. Educar em Revista. Curitiba: Editora UFPR, 2011, n. especial 1, p. 15-27. ISSN 0104-4060. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/nse1/02.pdf>. Acesso em: 30 de mai. 2014.

VILELA, E. M.; MENDES, I. J. M. **Interdisciplinaridade e saúde: estudo bibliográfico**. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2003, vol. 11, n. 4, p. 525-531. ISSN 0104-1169. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692003000400016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692003000400016) &lang=pt. Acesso em: 03 nov. 2013.