

## O SISTEMA SOLAR NO CD: UM OBJETO DE APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA

Lucas de Paulo Lameu<sup>1</sup>  
Rodolfo Langhi<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho propõe contribuições para o Ensino de Astronomia através de um objeto de aprendizagem, feito de um material de baixo custo, especificamente de um *Compact Disc* (CD). A sua escolha é uma alternativa ao uso de outros materiais de difícil acesso, devido à sua facilidade de obtenção e presença no dia a dia, e também por promover um trabalho prático em sala de aula, com a participação e envolvimento dos discentes. Ele pode ser usado como uma ferramenta para a construção de distâncias em escala e para a comparação de distâncias entre os planetas do Sistema Solar. Tal abordagem tem como público-alvo alunos do Ensino Fundamental e Médio. O seu objetivo é a inserção dos seguintes tópicos de Astronomia: conhecimento de unidades de distâncias utilizadas em escalas astronômicas – em particular a unidade astronômica (UA); construção e comparação de distâncias em escala e definição do Sistema Solar. Também são apresentadas algumas propostas de atividades a serem utilizadas pelos professores e seus possíveis desdobramentos.

**Palavras-chave:** Objeto de Aprendizagem; Sistema Solar; Unidade Astronômica; Ensino de Astronomia.

## EL SISTEMA SOLAR EN UN CD: UN OBJETO DE APRENDIZAJE DE ASTRONOMÍA

**Resumen:** Este trabajo propone contribuir a la Enseñanza de la Astronomía a través de un material didáctico para el aprendizaje hecho de un material de bajo costo, específicamente de un Disco Compacto (CD). Esta elección es una solución alternativa al uso de otros materiales de difícil acceso, debido a su facilidad de obtención y presencia en el día a día, y también por promover un trabajo práctico en el salón de clases con la participación de los alumnos. Se puede utilizar como una herramienta para la construcción de escalas de distancias y comparación de distancias entre los planetas del Sistema Solar. Tal enfoque tiene como público objetivo los alumnos de la educación primaria y secundaria. Su objetivo es la introducción a los siguientes temas de Astronomía: conocimiento de unidades de distancias utilizadas en escalas astronómicas - en particular la unidad astronómica (UA); construcción y comparación de escalas de distancia y definición del Sistema Solar. También se presentan algunas propuestas de actividades a ser utilizadas por los profesores y sus posibles desarrollos futuros.

**Palabras claves:** Objeto de Aprendizaje; Sistema Solar; Unidad Astronómica; Enseñanza de Astronomía.

## THE SOLAR SYSTEM ON A CD: AN ASTRONOMY LEARNING OBJECT

**Abstract:** The goal of this paper is to contribute to Astronomy teaching through a learning object made of a low-cost material, namely a Compact Disc (CD). We have chosen it because it is an alternative to the use of other materials of difficult access, because of its presence in the daily life and because we believed it could promote the engagement of students in a practical activity in the classroom. The CD can be used as a tool to build distances in scale and to compare distances between planets in the Solar System. We had students of Elementary and Middle School as our target audience and the goal of our approach was to bring to the classroom the following astronomy-related topics: distance units used on astronomical scales, particularly the astronomical unit (UA); construction and comparison of distances in scale and definition

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru. E-mail: <derec\_lucaslam@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru. E-mail: <rlanghi@fc.unesp.br>.

of the Solar System. In this paper, we also presented activities involving CDs that could be approached by teachers in the classroom.

**Keywords:** Learning Object; Solar System; Astronomical Unit; Astronomy Teaching.

## 1 Introdução

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) trazem uma base curricular nacional para as diversas disciplinas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio: Física, Química, Matemática, Biologia, Geografia etc. Os PCN foram elaborados de acordo com o que foi estipulado pelo artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB):

Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (BRASIL, 1996, art. 26).

Os PCN propõem uma base curricular para cada etapa da Educação Básica: primeiro e segundo ciclos (do 1º ao 5º ano)<sup>3</sup> do Ensino Fundamental, terceiro e quarto ciclos (do 6º ao 9º ano)<sup>4</sup> do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio.

Estes documentos destacam que as Ciências Naturais incluem inúmeros ramos da Astronomia, além de outras áreas como a Física, a Química e a Biologia, que têm como objeto de estudo os diversos conjuntos de fenômenos naturais e que geram representações do mundo ao buscar a compreensão sobre o Universo, o espaço, o tempo, a matéria, dentre outros tópicos.

Para os anos finais do Ensino Fundamental, os conteúdos de Ciências são apresentados em quatro eixos temáticos: Terra e Universo; Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade.

A partir de uma leitura do eixo temático Terra e Universo, podem ser propostos os seguintes tópicos de Astronomia a serem inseridos no Ensino Fundamental: o planeta Terra; o movimento de rotação; o dia e a noite; o movimento de translação; as estações do ano; o modelo geocêntrico e o heliocêntrico; os pontos cardeais; a construção do calendário; o relógio solar; as fases da Lua; a esfera celeste; as constelações; o Sistema Solar; distâncias entre corpos celestes; a gravidade; as galáxias etc.

Por outro lado, os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999) e a nova proposta elaborada pouco depois (PCN+) (BRASIL, 2002), inserem a Física, a Biologia, a Química e a Matemática dentro da grande área (competência) denominada Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias. Tais documentos destacam que a Astronomia será abordada em Biologia, Física e Química, num contexto interdisciplinar, uma vez que se leva em conta que tais disciplinas incorporam e compartilham, de forma explícita e integrada, a Astronomia.

Após a leitura de cada um dos temas estruturadores e das unidades temáticas apontados pelos PCN para as disciplinas Biologia, Física, Química e Matemática,

---

<sup>3</sup> Também chamado de anos iniciais do Ensino Fundamental.

<sup>4</sup> Também chamado de anos finais do Ensino Fundamental.

elencamos os principais tópicos de Astronomia que podem ser inseridos no Ensino Médio. Alguns tópicos possuem uma conexão mais evidente com a disciplina correspondente e outros não apresentam relação clara com a disciplina à qual foram associados. Sendo assim, apresentamos algumas possíveis vinculações.

- **Biologia:** o planeta Terra - dia e noite, estações do ano e o efeito estufa - poderia ser estudado em Ecologia, tendo como foco a importância de tais fenômenos nas relações dos seres vivos com o meio ambiente; o tema origem do Universo e da Terra poderia entrar no contexto de estudo da Evolução; o Sol poderia entrar como foco de estudo na Botânica etc.
- **Física:** o planeta Terra – rotação, translação e o efeito estufa; gravidade; o Sistema Solar; dia e noite; o Sol; a Lua; fases da Lua; forças gravitacionais e as estrelas (evolução estelar), os planetas, cometas, naves e satélites; origem, constituição e evolução do Universo; geocentrismo e heliocentrismo; constelações; esfera celeste etc.
- **Química:** o planeta Terra – evolução e composição da atmosfera terrestre; o Sol; a Lua; origem da Terra e sua composição; espectroscopia etc.
- **Matemática:** variação de grandezas e Trigonometria poderiam ser utilizadas para descrever e relacionar a unidade astronômica, o ano-luz e o parsec; ângulos poderiam ser utilizados para se discutir o conceito de latitude e longitude; em geometria espacial poderiam ser trabalhadas as relações entre os tamanhos das estrelas a partir da evolução estelar etc.

Diante do panorama anterior, é perceptível a apreensão dos parâmetros curriculares na inserção de tópicos de Astronomia tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, visto sua importância no ensino das Ciências da Natureza.

Em outra vertente, há diversos trabalhos acadêmicos que destacam a importância do Ensino de Astronomia. Caniato (1974 *apud* LANGHI, 2004, p.89) enuncia as principais delas:

- (1) A Astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência.
- (2) A Astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca.
- (3) A Astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro.
- (4) A Astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos.
- (5) A Astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência.
- (6) O estudo do Céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um

grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos.

Soler e Leite (2012) apresentam o resultado de uma pesquisa na qual fazem um levantamento de trabalhos em periódicos de Ensino de Ciências, Física e Astronomia, sobre a importância e as justificativas que os próprios pesquisadores da área atribuem para o Ensino de Astronomia. Do total, foram encontrados 180 trabalhos, mas apenas em 29 deles houve discussões a respeito da importância ou de justificativas que foram agrupadas em quatro categorias de análise. Essas foram algumas das justificativas para o Ensino de Astronomia: despertar de sentimentos e inquietações; relevância sócio-histórico-cultural; ampliação de visão de mundo e conscientização; interdisciplinaridade.

Nesta perspectiva, Langhi e Nardi (2014) apresentam uma análise qualitativa de uma amostra de artigos publicados em revistas científicas da área de Ensino que expressam discursos dos pesquisadores em relação à Educação em Astronomia. Foram constituídas sete ideias centrais, sendo cinco delas retratando justificativas para a Educação em Astronomia: ela contribui para a História e Filosofia da Ciência e para CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino; ela favorece a elaboração de atividades experimentais e a prática observacional do céu; a Astronomia é um elemento motivador; a Astronomia é altamente interdisciplinar; e o ensino de Astronomia é promovido pelos PCN, emergindo a necessidade de reverter o atual quadro formativo deficiente de professores.

Há outros autores que elencam justificativas para o Ensino de Astronomia semelhantes às apresentadas anteriormente, tais como Martins, Silva e João (2015) que destacam que a Astronomia é uma das áreas do conhecimento à qual se remete a curiosidade da maioria dos alunos.

Diante de todas as justificativas para o Ensino de Astronomia destacamos que o objetivo desse trabalho é propor um objeto de aprendizagem de Astronomia que visa a construção do Sistema Solar num *Compact Disc* (CD).

## **2 Objetos de aprendizagem: discrepâncias e consentimentos**

Não há um consenso referente à definição do que é um objeto de aprendizagem (OA). Studart (2011) corrobora isso ao dizer que “não existe até o presente uma definição aceita consensualmente pelos atuantes na área, dependendo muito do contexto em que são produzidos e para que serão usados” (STUDART, 2011, p.15).

Na mesma linha de pensamento, Macêdo *et al.* (2007) destacam que os estudos de OA são recentes, de tal forma que não existe um consenso universalmente aceito sobre sua definição. Silva (2006) e Sousa (2012) também discorrem sobre seus possíveis significados.

Portanto, existem algumas definições aceitas para um OA. Numa vertente pautada nas mídias digitais, Arantes, Miranda e Studart (2010) definem que OA são materiais didáticos digitais de apoio à aprendizagem que são produzidos e utilizados em todos os níveis de ensino.

Por outro lado, Wiley (2000), que considerou a definição apresentada pelo *Learning Technology Standards Committee* (LTSC, 2002), órgão ligado ao *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), conceitua que: “Objetos de Aprendizagem são aqui definidos como qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem suportada pela tecnologia” (WILEY, 2000, p.4). Logo, um OA pode ser digital ou não.

Sobre a relação entre um OA se apoiar numa tecnologia e ao mesmo tempo não ser digital, Silva (2006) considera que isso seria um contra-senso, embora a palavra tecnologia não venha a significar uma entidade que obrigatoriamente seja digital. O mesmo autor destaca que no campo instrucional, um OA é um termo que descreve “pedaços” de conteúdos que são compartilháveis. Na área da Engenharia da Computação, é uma extensão de programação “orientada a objeto”. Entre educadores, ele pode ser relacionado a conteúdos ou processos.

Embora não haja um consenso na definição de um OA nas áreas que envolvam as tecnologias e mídias digitais, sua utilização está presente em diversos trabalhos focados na Educação em Ciências, inclusive no Ensino de Astronomia. Trogello (2013) define que “os objetos de aprendizagem são caracterizados como modelos que apresentam características do fenômeno sistematizado” (TROGELLO, 2013, p.20). Nesta mesma perspectiva, de acordo com Caniato (1973), Danhoni Neves (1986) e Longhini (2009) (*apud* TROGELLO; LANGHI, 2013, p.2):

Utilizados em aulas práticas, os objetos são dispositivos que se oferecem aos sentidos de forma material. Também reconhecidos como materiais didáticos, ferramentas didáticas, modelos didáticos, entre outros, estes mecanismos simulam parte ou o todo de um fenômeno científico.

Trogello (2013) apresenta uma revisão minuciosa de termos que se relacionam com a ideia de OA, de acordo com diversos autores: experimento ou experimento didático; material, modelo didático, modelo tridimensional ou ainda material manipulável; atividade experimental ou investigativa; ferramentas táteis; equipamento, artefato ou instrumento; simulador; objeto; materiais, material lúdico-manipulativo; e maquete.

Diante desse contexto e a partir das discussões anteriores, definimos OA como sendo modelos elaborados por meio de materiais didáticos de baixo custo ou não, que simulam parte ou o todo de um fenômeno científico, de forma sistematizada.

Nessa perspectiva, há diversos trabalhos em Ensino de Astronomia que visam a construção e aplicação de OA para o ensino de tópicos de Astronomia, demonstrando que este objeto de pesquisa não é algo novo nesta área.

Um dos precursores que também envolve essa temática é o trabalho de Caniato (1973). Ele afirma que qualquer método que tem como objetivo ensinar tópicos de Física ou de outras Ciências da Natureza deverá levar em conta uma condição fundamental: “O Educando ou aprendiz deve ter oportunidade de operacionalizar pessoalmente os conceitos. Aplicando-os em situações concretas que impliquem sua iniciativa.” (CANIATO, 1973, p.22).

Em sua tese, ele propõe um “projeto”<sup>5</sup> brasileiro com o intuito de ensinar tópicos de Física baseados nas seguintes premissas: possibilidades de realização de atividades que não exijam ambientes especiais (laboratórios); oferecer atividades cujo material seja de baixo custo e fácil obtenção em termos brasileiros; possibilidade de atender a diferentes graus de aptidões etc.

Ele utiliza um material e textos que foram agrupados em 5 unidades: O céu – que aborda tópicos de Astronomia; Mecânica; Eletricidade; Luz e Ondas; Átomos e estrutura da matéria. Também há atividades ao decorrer das unidades que implicam a ação motora do aluno. Quando são atividades experimentais são sempre de baixo custo e de fácil obtenção. Por exemplo, é proposta a atividade para calcular a energia irradiada pelo Sol, através de um calorímetro solar que necessita apenas de uma latinha de refrigerante, água e um termômetro. Também há a atividade do gnômon (haste qualquer) e a das principais coordenadas da esfera celeste (num balão volumétrico de laboratório de química).

Outro trabalho precursor do Ensino de Astronomia que envolve OA é o de Neves (1986). Sua proposta abarca as leis de Kepler (a primeira e a segunda) de forma a apresentar tais leis fundamentais, instrumentalizá-las por meio de técnicas dominadas pelo aluno (matemática e experimentos) e utilizá-las para a previsão de situações e discussões alternativas. Ele apresenta um texto produzido (Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu), discorre sobre análises críticas de textos de ensino de 1º, 2º e 3º graus e também apresenta análises e avaliações dos cursos ministrados ao decorrer da pesquisa.

Há muitos outros trabalhos que utilizam OA para promover o ensino de tópicos de Astronomia, principalmente nas últimas décadas: Canalle (1999) mostrou como usar uma bola de isopor para explicar dia e noite, estações do ano, eclipses e fases da lua; Saraiva *et al.* (2007) construíram um material de baixo custo, utilizando uma caixa de papelão, bolinhas de isopor ou de pingue-pongue e uma fonte de luz, para trabalhar as fases da Lua; Meurer e Steffani (2009) aplicaram um objeto informatizado do tipo de jogo de computador, com foco de estudo no Sistema Solar; Fernandes, Longhini e Marques (2011) promoveram a construção de uma balestilha, um antigo instrumento de navegação marítima; Soares e Nascimento (2012) discorreram sobre algumas reflexões feitas com alguns professores que se apropriaram do KIT PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA (KITPEA) – uma caixa de madeira que contém relógios de Sol, globos terrestres, medidor de sombras etc.; Catelli e Giovannini (2013) construíram um objeto-modelo didático, feito de madeira, CD e cilindro plástico, para trabalhar o movimento aparente do Sol em relação ao fundo das estrelas; Barros e Bisch (2014) desenvolveram atividades práticas de Astronomia (por exemplo, observação do céu e atividades utilizando o próprio corpo); Martins, Silva e João (2015) propuseram a construção de um modelo Terra-Sol como ferramenta para simulações do movimento de rotação e translação da Terra, eclipses, dentre outros; Rosado e Mota (2015) apresentaram atividades experimentais, por meio de materiais didáticos e simuladores para trabalhar, por exemplo, elevação e distância zenital; Barros, Assis e Langhi (2016) elaboraram a construção de um espectroscópio simples e de baixo custo feito de CD, papelão e papel cartão preto.

---

<sup>5</sup> O autor discorre, de forma crítica, sobre grandes projetos de ensino de Física, como por exemplo, o PSSC (*Physical Science Study Committee*), que foi aplicado no Brasil em 1962.

Dessa forma, são perceptíveis as discrepâncias e consentimentos quanto ao uso de OA no Ensino de Astronomia, nas últimas décadas, mesmo que eles não se apresentem com esta nomenclatura.

### 3 Um olhar crítico sobre o estudo do Sistema Solar

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio, o Sistema Solar é um dos tópicos a serem inseridos na Educação Básica:

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes: [...] busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do **sistema Solar** e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo [...] (BRASIL, 1998, p.66, grifo nosso).

Sobre trabalhos na área de Ensino de Astronomia com foco nesta temática, iremos destacar duas vertentes: aqueles que apontam os principais erros conceituais e aqueles que utilizam OA.

Na primeira perspectiva, Langhi e Nardi (2007) e Langhi (2011) refletem sobre os principais erros conceituais em Astronomia presentes em livros didáticos. Eles destacam os mais comuns, relativos a conteúdos sobre: estações do ano; Lua e suas fases; movimentos e inclinação da Terra; representação de constelações; estrelas; dimensões dos astros e órbitas planetárias no Sistema Solar; número de satélites e anéis em alguns planetas; pontos cardeais; características planetárias; aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia. Dentre alguns destes erros, de acordo com os mesmos autores, estão: dimensões distorcidas em figuras de astros e órbitas planetárias no Sistema Solar; figuras que mostram o Sol com dimensões menores do que as da Terra; ilustrações que não trazem esclarecimentos em suas legendas que alertem os alunos sobre a falta de escala; apresentação do diâmetro da Terra como tendo o valor de 3000 km, sendo que a medida real é de 12.756 km; imagens com órbitas dos planetas como elipses muito excêntricas, embora na verdade as órbitas de quase todos os planetas sejam praticamente circulares; etc.

Sobre as principais concepções alternativas de alunos e professores, Langhi (2009) aponta as principais delas relacionados: ao Sol; à Terra; à Lua; aos planetas e outros corpos menores no Sistema Solar; às constelações e objetos além do Sistema Solar; aos aspectos históricos, filosóficos e CTSA.

Ele destaca, dentro do item “planetas e outros corpos menores no Sistema Solar”, as principais concepções: há estrelas entre os planetas do Sistema Solar; determinado astro é n vezes maior que outro, sem a indicação de quais referências (volume, área, diâmetro, raio, massa); o Sistema Solar termina no último planeta; é possível desenhar o Sistema Solar completo, em uma escala conveniente de tamanho e distância, dentro da área da página de um livro; falta de atualizações das características planetárias, segundo novas pesquisas; dentre outras.

Na outra perspectiva que envolve a elaboração e utilização de OA com a temática Sistema Solar ou tópicos relacionados a ela, temos alguns trabalhos.

Para trabalhar modelos do Universo, Longhini (2009) promove a construção de um modelo tridimensional feito de hastes de madeira, com o intuito de projetar formatos do Universo e seus componentes (O Sistema Solar e seus planetas, estrelas, buracos negros etc.) que deveriam ser feitos de folhas de papel (recortadas, amassadas ou dobradas), por alunos graduandos de Física Licenciatura.

Sobre o Sistema Solar, Barroso e Borgo (2010) produzem um vídeo utilizando o *software* livre Celestia para fazer uma viagem ao Sistema Solar. Já Queiroz, Romanzini e Sanzovo (2012) inserem o conceito de gravidade a partir da construção de maquetes de planetas, desmitificando este conceito e o formato dos planetas, comparando-as com concepções apresentadas pelos alunos sobre o tema.

Especificamente sobre representações em escala das distâncias dos planetas ao Sol, Macedo e Rodrigues (2015) investigaram a compreensão de alunos do Ensino Fundamental sobre as dimensões dos astros do Sistema Solar e as distâncias entre eles. O conteúdo foi explicado e foi feita uma oficina na qual foram construídas representações dos planetas em escala, utilizando materiais acessíveis (por exemplo, papel alumínio) e, para demonstrar as distâncias em escalas, foi utilizada uma trena.

Embora seja importante inserir tópicos relacionados ao Sistema Solar no Ensino Fundamental e Médio, não há muitos trabalhos com propostas de OA no que se refere às representações em escala das distâncias dos planetas ao Sol, como forma de contribuir para o ensino desta temática. Na prática, nenhum modelo conseguiria representá-lo como um todo, em escala, devido à sua real extensão que é dada em muitas unidades astronômicas.

Por outro lado, é essencial e plausível representar parte do Sistema Solar. Para que isso ocorra, o OA deve conter uma metodologia e aplicação que sejam criteriosas na temática a ser explorada por ele. É necessário que estes objetos se distanciem das concepções alternativas e erros conceituais mostrados por livros didáticos nesta temática e que não corroborem os mesmos.

Assim, propomos a construção de um OA de forma a representar as distâncias dos planetas ao Sol, em escala, desconsiderando suas dimensões (diâmetro). Antes, será necessário elencar todos os conceitos essenciais para que o “O Sistema Solar no CD<sup>6</sup>” alcance seu objetivo.

#### **4 Conceitos básicos do Sistema Solar**

Destacamos a importância de se trabalhar alguns conceitos, antes de construir o OA proposto nesse trabalho, de forma a atingir o seu verdadeiro objetivo. Iremos apresentar todos os conceitos básicos que serão essenciais para a construção do “Sistema Solar no CD”: definição e composição do Sistema Solar; órbitas dos planetas ao redor do Sol e a Primeira Lei de Kepler; conceito de unidade astronômica, distâncias e comparações das distâncias médias dos planetas ao Sol.

---

<sup>6</sup> Nome dado pelo autor, para designar o OA, que visa representar a comparação, em escala, dos planetas do Sistema Solar ao Sol.



#### 4.1 O Sistema Solar: definição e composição

De acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2014), a União Astronômica Internacional apresenta o Sistema Solar como sendo aquele composto pela nossa estrela - o Sol, pelos oito planetas com suas luas e anéis, pelos planetas anões, por asteroides e pelos cometas.

Os cinco planetas mais brilhantes já eram conhecidos desde a antiguidade por serem visíveis a olho nu. A palavra planeta vem do grego e significa astro errante, ou seja, astros que se movem, por oposição aos que são “fixos”. Com a invenção do telescópio, Urano foi descoberto em 1781 por William Herschel e Netuno foi descoberto em 1846 por Johann Gottfried Galle.

Em agosto de 2006, Plutão, o nosso antigo nono planeta foi desclassificado como planeta<sup>7</sup> pela União Astronômica Internacional e classificado como “planeta-anão”. Ceres, que é o maior objeto do cinturão de asteroides entre as órbitas de Marte e Júpiter, e Éris, que é o segundo maior objeto conhecido (em diâmetro ou volume) do cinturão de Kuiper, também fazem parte da classificação de planetas-anões e não de asteroides. Portanto, o maior objeto conhecido do Cinturão de Kuiper (em diâmetro ou volume) continua sendo ainda Plutão, de acordo com os dados da missão New Horizons.

Em suma, a resolução que foi proposta e aprovada define que um planeta é todo corpo que: não seja uma estrela, ou seja, não tem e nunca terá qualquer reação nuclear; que esteja em órbita de uma estrela; que tenha uma massa suficiente para ser esférico de forma a estar em equilíbrio hidrostático; que seja totalmente dominante na sua região, isto é, que tenha limpado a área em seu entorno, por colisão ou acreção.

Uma vez conferida a configuração do Sistema Solar, ressaltamos a necessidade de se compreender que o OA proposto neste trabalho é pautado exclusivamente nas comparações das distâncias em escala e não nos tamanhos reais dos astros. Também é importante se destacar que é possível comparar somente parte do Sistema Solar, devido ao seu tamanho real. Não haveria nenhum sentido tentar representá-lo em escala considerando-se sua extensão por completo.

#### 4.2 Primeira Lei de Kepler e órbitas dos planetas ao redor do Sol

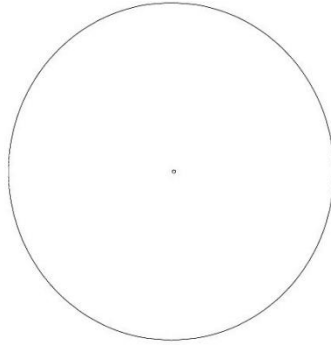
Oliveira Filho e Saraiva (2014) mencionam que Johannes Kepler estudou inicialmente para seguir uma carreira teológica. Na Universidade, ele fez leituras sobre os princípios copernicanos e acabou se tornando um entusiástico defensor do heliocentrismo. Em 1594 se tornou professor de Matemática e Astronomia numa escola secundária em Graz, na Áustria, mas depois de poucos anos foi exilado por pressões da Igreja Católica (Kepler era protestante). Então, ele foi trabalhar com Tycho Brahe em Praga.

Tycho, ao morrer, deixou para Kepler seu posto e seus dados, aos quais se dedicou pelos 20 anos seguintes. Marte era o planeta com mais dados disponíveis. Assim, ele conseguiu determinar diferentes posições da Terra após cada período sideral

---

<sup>7</sup> Tancredi (2007) discorre historicamente sobre a classificação e desclassificação de Plutão, assim como apresenta os argumentos que fundamentaram esta resolução e também a participação que tiveram os astrônomos latino-americanos na adoção da mesma.

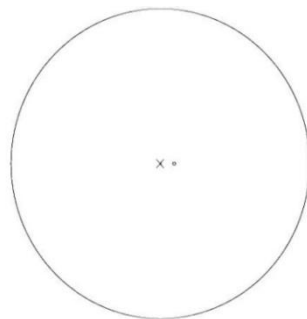
de Marte, traçando a sua órbita. Encontrou que órbita era um círculo excêntrico, ou seja, com o Sol um pouco afastado do centro.



**Figura 1** - Oliveira Filho e Saraiva (2014) destacam que embora as órbitas dos planetas sejam elipses, as excentricidades são tão pequenas que elas se parecem com círculos. Nesta figura é mostrada a elipse que descreve a órbita da Terra em torno do Sol, na forma correta. A posição do Sol no foco está marcada por um pequeno círculo.

Nussenzveig (2002) acrescenta que após quatro anos de árduo trabalho, Kepler ao dar ao Sol uma posição central, aproximou-se dos dados experimentais obtidos, diferentemente, da teoria de Copérnico. Mas para Marte, havia um desvio de 8 minutos de arco que estava em desacordo com as observações minuciosas de Tycho Brahe. Assim, ele abandonou a ideia de explicar tudo em termos de movimentos circulares uniforme e redeterminou a órbita de Marte. Depois de mais dois anos, a órbita circular deu espaço para uma órbita oval, com o Sol no eixo e não no centro. Assim, após inúmeras tentativas, descobriu que a órbita de Marte era uma elipse, com o Sol num dos focos e que isso era válido para os outros planetas. Como consequência de a órbita ser uma elipse, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita.<sup>8</sup>

Portanto, a Primeira Lei de Kepler é enunciada da seguinte forma: “As órbitas descritas pelos planetas em redor do Sol são elipses, com o Sol num dos focos.”



**Figura 2** - Oliveira Filho e Saraiva (2014) citam que embora as órbitas dos planetas sejam elipses, as excentricidades são tão pequenas que elas se parecem com círculos. Nesta figura mostram a elipse que descreve a órbita de Marte em torno do Sol, na forma correta. Ela está entre as mais excêntricas dos planetas, só perdendo para Mercúrio. A posição do Sol, no foco, está marcada por um pequeno círculo e o centro da órbita por uma cruz.

<sup>8</sup> Os planetas apresentam dois pontos extremos nas suas órbitas em relação ao Sol: o afélio (ponto de maior afastamento do planeta ao Sol) e periélio (ponto de menor afastamento do planeta ao Sol). Assim, usaremos um valor médio para as distâncias, na proposta do uso do “Sistema Solar no CD”.

O material a ser utilizado para a criação do OA será um CD, que por sua vez apresenta um formato circular, pois as elipses que representam as órbitas dos planetas podem ser consideradas praticamente circulares, devido aos seus pequenos valores de excentricidade, para traçarmos as órbitas dos planetas no CD e comparar suas distâncias.

Entretanto, destacamos a necessidade de se discutir a Primeira Lei de Kepler e seus desdobramentos e não a ignorar. Lembramos que na nossa discussão inicial, alguns dos erros conceituais e algumas das concepções alternativas, se referiam ao fato de se imaginar a órbita dos planetas ao redor do Sol como sendo uma elipse com excentricidade muito elevada.

### 4.3 A definição de unidade astronômica (UA)

A unidade astronômica (UA) é uma unidade comumente usada para a medida de distâncias astronômicas. Ela corresponde aproximadamente ao comprimento do semieixo maior da órbita da Terra (a distância média da Terra ao Sol).

Hughes (2001) revisa brevemente os valores obtidos para a UA descrevendo seis etapas: A era da ignorância; As primeiras medições e suas aceitações; A percepção do erro; O período de confusão; A diminuição do desvio padrão sobre um valor comumente aceito; A era do crescente desinteresse.

Ele apresenta diversos valores encontrados para a UA ao longo da história da Astronomia. A Tabela 1<sup>9</sup> apresenta alguns destes valores, na qual, na primeira coluna, estão os valores de UA em termos do raio equatorial terrestre ( $R_e = 6378,140$  km), e a segunda expressa a distância de 1UA como uma fração do valor da UA aceita nos dias de hoje ( $1UA = 149.597.870,61$  Km =  $23.454,78 R_e$ ).

FONTE	1UA/ $R_e$	UA/UA atual
Aristarco de Samos (280 a.C.)	1150	0,04903
Ptolomeu/Hyparco (135 a.C.)	1210	0,05159
Tycho Brahe (1570)	1150	0,04903
Kepler (1604)	>3.438	>0,14657
Huygens (1659)	25.154	1,07246
Newton (1673)	<10.300	0,43943
Halley (1678)	≈ 4.583	0,19543
1ª Ed. do <i>Principia</i> de Newton (1687)	10.000	0,42635
2ª Ed. do <i>Principia</i> de Newton (1713)	20.626	0,87941
3ª Ed. do <i>Principia</i> de Newton (1726)	19.600	0,83565
Foucault (1862)	23.280	0,99257
Stone (1872)	23.150	0,98700
Cornu (1874)	23.455	1,00002
Gill (1890)	23.434	0,99911
Noteboon (1921)	23.442	0,99945
Rabe (1950)	23443,58	0,99952
UAI (1964)	23.455,17	1,00002
UAI (1976)	23.454,78	1,00000

**Tabela 1** - Valores encontrados para a UA ao longo da história da Astronomia  
**Fonte:** Hughes, 2001.

<sup>9</sup> A tabela 1 foi adaptada do trabalho de Hughes (2001, p.17-18), no qual se encontram mais valores e mais dados referentes à unidade astronômica.

Dessa forma, iremos trabalhar com a unidade astronômica, para propor atividades do “Sistema Solar no CD”, pelas seguintes justificativas: apresenta uma relevância histórica; é uma unidade de medida de escala astronômica que é utilizada na construção de outros conceitos (por exemplo, cálculo das distâncias de estrelas); é de fácil compreensão; permite fazer comparações e cálculos, em escala, de forma bem mais simplificada do que o múltiplo da escala métrica, o quilômetro. Contudo, é essencial que se apresente este conceito para melhor compreensão da proposta do OA apresentado nesse trabalho.

## 5 Proposta do Objeto de Aprendizagem – Sistema Solar no CD

Diante de todos os conceitos essenciais para a compreensão dos tópicos a serem abordados na proposta de construção do OA – “Sistema Solar no CD”, vamos expor sua metodologia de construção, em conjunto com três atividades que poderão ser aplicadas em sala de aula, com alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

### 5.1 Material a ser utilizado

Serão necessários os seguintes materiais para a construção do “Sistema Solar no CD”:

- Um disco óptico digital de armazenamento de dados (de música, de programas de computador etc.), conhecido como *Compact Disc* (CD)<sup>10</sup>, que não seja mais utilizado e que esteja com poucos riscos. Seria bom utilizar CDs que possuem a camada de policarbonato refletora em tons mais claros para facilitar a marcação dos pincéis permanentes, embora seja possível utilizar qualquer tipo de CD que não seja tão escuro.



**Figura 3** - Partes de um CD, que é o material a ser utilizado para a construção do OA.

- Um ou mais pincéis do tipo marcador permanente, de preferência de ponta fina e em várias cores (preto, azul, vermelho, verde etc.). Este tipo de caneta permite escrever ou riscar o CD, aderindo ao material de forma durável.

<sup>10</sup> Também pode ser utilizado um disco de gravar dados em um formato digital, conhecido também como *Digital Versatile Disc*, o famoso DVD. Portanto, grande parte deles apresenta a camada refletora em tons de violeta mais escuros. O ideal é que essa camada seja mais clara para facilitar a marcação com pincéis permanentes.

- Fita adesiva transparente para cobrir o furo central.
- Outros materiais: tesoura e qualquer tipo de régua ou esquadro.

## 5.2 Montagem e utilização

Propomos agora a primeira atividade, que consiste em representar as distâncias em escala, de todos os planetas do Sistema Solar. *A priori*, necessitamos conceber as distâncias médias dos corpos celestes do Sistema Solar ao Sol, em unidades astronômicas. A Tabela 2 traz esses dados:

Corpo Celeste	DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL (UA)
Mercúrio	0,39
Vênus	0,72
Terra	1,00
Marte	1,52
Ceres (Cinturão de Asteroides) <sup>11</sup>	2,77
Júpiter	5,20
Saturno	9,54
Urano	19,18
Netuno	30,06

**Tabela 2** - Distância média dos corpos celestes ao Sol  
**Fonte:** Universidade de São Paulo (USP), 2000.

Para fazer a comparação das distâncias, devemos acrescentar mais três colunas à tabela anterior: comparação com a distância máxima (%); raio no CD (cm); e valores aproximados<sup>12</sup> (cm). A Tabela 3 mostra a nova configuração. A distância máxima considerada será a de Netuno, que tem o valor de 30,06 UA. A quarta coluna referente a Netuno apresenta o valor máximo do raio do CD, até a guia externa, com valor de aproximadamente 6 cm.

CORPO CELESTE	DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL (UA)	COMPARAÇÃO COM A DISTÂNCIA MÁXIMA (%)	RAIO NO CD (cm)	VALORES APROXIMADOS (cm)
Mercúrio	0,39	1 %	0,06	0,06
Vênus	0,72	2 %	0,12	0,1
Terra	1,00	3 %	0,20	0,2
Marte	1,52	5 %	0,30	0,3
Ceres (Cinturão de Asteroides)	2,77	9 %	0,48	0,5
Júpiter	5,20	17 %	1,02	1,0
Saturno	9,54	32 %	1,92	2,0
Urano	19,18	64 %	3,84	4,0
Netuno	30,06	100%	6,00	6,0

**Tabela 3** - Comparações entre as distâncias a serem marcadas no CD

<sup>11</sup> O planeta-anão Ceres, representando o Cinturão de Asteroides, foi acrescentado na coluna “Corpo celeste”, uma vez que seria interessante representá-lo no CD junto com os demais planetas. 2,77 UA é o valor da distância média deste corpo celeste ao Sol.

<sup>12</sup> Foram utilizados valores aproximados, para facilitar a marcação de valores pequenos por meio do auxílio de uma régua.

Para calcular os valores a serem comparados em escala, basta encontrar o quociente entre a distância média do planeta desejado e a distância média do planeta Netuno em UA, de acordo com os dados da segunda coluna da Tabela 3.

Por exemplo, para Mercúrio, o quociente entre 0,39 e 30,06 tem como resultado aproximadamente 0,01, que corresponderia a 1%. Isso significa que a distância de Mercúrio ao Sol representa apenas a parcela de um centésimo da distância de Netuno a este astro. Para a Terra, basta obter o quociente entre 1 e 30,06 que resulta em um valor próximo a 0,03, ou seja, 3%. Logo a sua distância ao Sol representa apenas 3 centésimos da distância de Netuno ao Sol. Fazendo as mesmas operações para os outros planetas e para Ceres (Cinturão de Asteroides), são encontrados os valores aproximados da terceira coluna.

Uma vez que se tenham os dados em porcentagem, basta calcular a mesma para o valor de 6 cm, que seria o valor máximo possível a ser marcado no CD. Por exemplo, para Mercúrio, com o valor de 1%, calcula-se 1% de 6 cm, que resulta aproximadamente em 0,06 cm ou 6 mm. Para Júpiter, com o valor de 17%, obtém-se 17% de 6 cm, resultando em 1,02 cm ou aproximadamente 1 cm. Os demais valores da última coluna foram obtidos da mesma forma.

A primeira parte da atividade consiste em completar as colunas da Tabela 3 com os valores a serem representados em escala no CD, sendo uma opção arredondar ou não os resultados.

A próxima etapa consiste em fazer as marcações das distâncias no CD. Vamos dividir em vários passos:

- a) Como mostra a Figura 4, cole a fita adesiva transparente no furo central do CD, em ambos os lados, de forma a cobri-lo totalmente. Aperte as duas fitas uma na outra, nessa região, para que fiquem bem coladas e mais resistentes.



**Figura 4** - Passo 1: Cole fita adesiva no furo central do CD.

- b) Represente o Sol com um pontinho, como indicado na Figura 5, utilizando o pincel marcador permanente. Para isso, use uma régua e encontre o ponto médio do diâmetro do furo central do CD. O valor estará entre 7 e 8 mm.



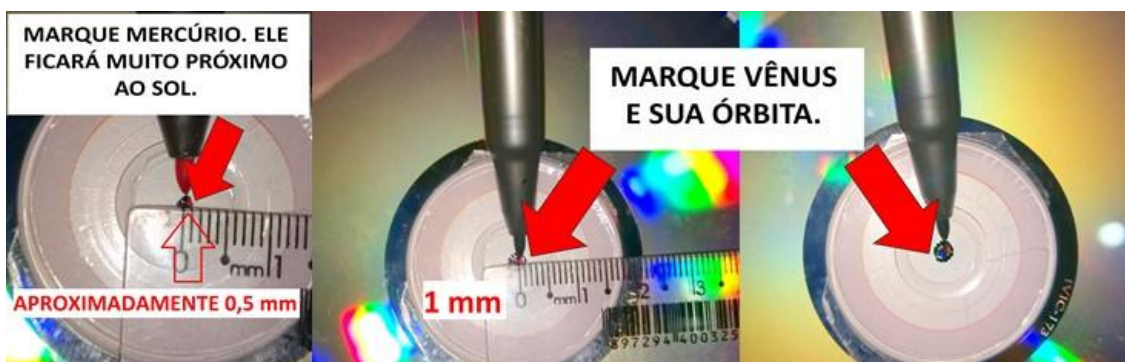
**Figura 5** - Passo 2: Marque o Sol.

c) Uma das opções é começar marcando o planeta Netuno com um ponto e traçar sua órbita na circunferência da guia externa do CD, como está representado na Figura 6. O diâmetro tem o valor de aproximadamente 6 cm.



**Figura 6** - Passo 3: Represente o planeta Netuno.

d) Marque os planetas Mercúrio e Vênus através de um ponto, utilize respectivamente, 0,5 mm e 1 mm, tal como está apresentado na Figura 7. Observe que tais planetas ficarão muito próximos ao Sol. É opcional traçar sua órbita. Utilize, se possível, pincéis de cores variadas.



**Figura 7** - Passo 4: Marque os planetas Mercúrio e Vênus.

e) Represente o planeta Terra, conforme indicado na Figura 8, com raio de aproximadamente 2 mm e sua órbita. A partir da Terra, é possível traçar as órbitas, porque não ficam tão próximas do Sol.





**Figura 8** - Passo 5: Marque o planeta Terra e sua órbita.

f) Represente Marte e sua órbita, usando 3 mm como raio, como estão apresentados na Figura 9. O Cinturão de Asteroides pode ser marcado utilizando 0,5 cm de raio ou simplesmente na circunferência máxima do furo central.



**Figura 9** - Passo 6: Represente Marte e o Cinturão de Asteroides.

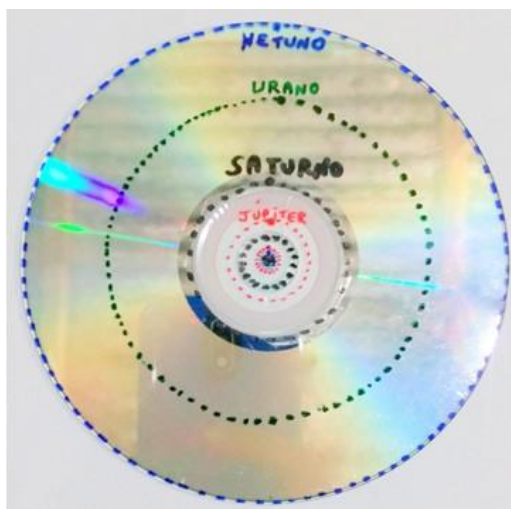
g) Marque os demais planetas e trace suas trajetórias, utilizando 1 cm para Júpiter, 2 cm para Saturno e 4 cm para Urano. Note que Saturno ocupará o diâmetro próximo à guia interna do CD, como está representado na Figura 10.



**Figura 10** - Passo 7: Represente os planetas Júpiter, Saturno e Urano.



Após ter marcado todos os planetas e suas órbitas, utilizando os dados comparados em escala, “O Sistema Solar no CD” deverá ficar com a forma demonstrada na Figura 11.



**Figura 11** - Um OA: O Sistema Solar no CD

Observando o OA por completo, fica mais notável comparar as distâncias dos planetas do Sistema Solar exterior do que do Sistema Solar interior. Desta forma, propomos a segunda atividade de comparação, apenas para Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. A Tabela 4 traz os dados que serão utilizados para marcar as distâncias em escala no CD.

PLANETA	DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL (UA)	COMPARAÇÃO COM A DISTÂNCIA MÁXIMA (%) <sup>13</sup>	RAIO NO CD (cm)	VALORES APROXIMADOS (cm)
Mercúrio	0,39	25 %	1,50	1,5
Vênus	0,72	47 %	2,82	2,8
Terra	1,00	66 %	3,96	4,0
Marte	1,52	100 %	6,00	6,0

**Tabela 4** - Comparações entre as distâncias a partir de Marte

Após ser feita a primeira etapa da atividade, que é comparar as distâncias dos planetas Mercúrio, Vênus e Terra com a distância máxima de Marte, na forma percentual, vamos sintetizar as etapas para marcação no CD, uma vez que são bem semelhantes às da primeira atividade.

Diferentemente da primeira atividade, em que marcamos Netuno logo no começo, vamos iniciar pelos planetas de raios menores. Sendo assim, após o Sol ter sido representado por um ponto central, marque os raios em escala de cada planeta: 1,5 cm para Mercúrio, 2,8 cm para Vênus e 4 cm para Terra. Trace também suas trajetórias. Observe a Figura 12.

<sup>13</sup> O cálculo para a comparação com a distância máxima em percentual é semelhante ao da tabela 3. A distância máxima utilizada é a de Marte. Basta encontrar o quociente entre a distância média do planeta desejado e a distância média de Marte, transformar em porcentagem e multiplicá-la por 6 cm, que é o raio máximo no CD, onde se encontrará Marte e sua trajetória.



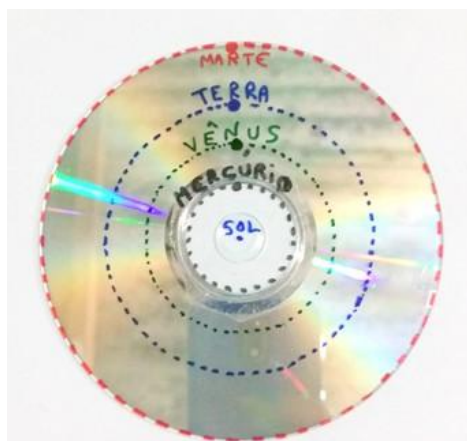
**Figura 12** - Traçando a órbita dos planetas Mercúrio, Vênus e Terra

Uma dica para traçar as órbitas dos planetas, uma vez que não é possível utilizar um compasso, é marcar vários pontos utilizando o raio comparado. Por exemplo, no planeta Terra foram marcados vários pontos usando o raio de 4 cm. Depois é só traçar sua órbita completa como foi demonstrado na Figura 13.



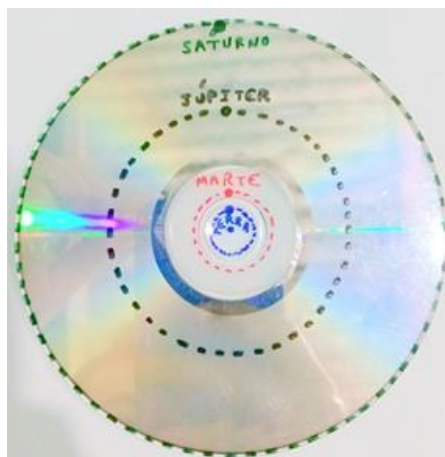
**Figura 13** - Como marcar a órbita do planeta sem usar um compasso.

Para terminar a marcação, basta representar Marte na borda do CD, tal como está exposto na Figura 14. Com esta atividade, é possível comparar as distâncias entre os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte diferentemente da primeira atividade.



**Figura 14** - Um OA: O Sistema Solar Interior no CD.

Outra atividade a ser realizada envolve escolher quaisquer planetas cujas distâncias se deseja comparar. Por exemplo, gostaríamos de comparar as distâncias entre a Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Neste caso, Saturno ficará na guia externa, ou seja, na borda do CD. Já os demais planetas terão os seguintes valores de raio em escala: a Terra terá 0,6 mm, Marte terá 1 cm e Júpiter 3,3 cm. A Figura 15 mostra como ficará a comparação de distâncias entre estes planetas.



**Figura 15** - Um OA: Comparação de distância, em escala, entre planetas quaisquer do Sistema Solar.

Apresentamos três atividades que envolveram a construção de um OA, com o intuito de promover a comparação em escala das distâncias médias dos planetas ao Sol. Há outras atividades com variações e combinações possíveis entre os planetas, cabendo ao professor explorar ainda mais o OA “O Sistema Solar no CD”.

## 6 Considerações finais

Ressaltamos a importância de que o OA denominado “Sistema Solar no CD”, proposto nesse trabalho, só atingirá seu objetivo se forem explorados os conteúdos que com ele podem ser trabalhados em sala de aula. Com certeza há outros tópicos de Astronomia que podem ser abordados através dele, mas preferimos focar naqueles que são essenciais para a sua compreensão.

Não destacamos todas as possíveis comparações de distâncias que podem ser feitas com as atividades aqui apresentadas. Isso dependerá do público-alvo a ser atingido, ou seja, em qual grau de ensino se quer trabalhar, seja com alunos do Ensino Fundamental, do Ensino Médio ou até mesmo do Ensino Superior.

Reforçamos a importância de o professor utilizar este AO com o objetivo de construí-lo em conjunto com seus alunos, de forma individual ou em grupos, promovendo a participação deles. Não aconselhamos empregá-lo unicamente de forma expositiva, porque o intuito é fazer com que os mesmos compreendam as escalas e as comparações das distâncias médias dos planetas ao Sol, ainda que de forma aproximada. Devemos lembrar que estamos trabalhando com escalas de grandezas de distâncias elevadas e que aproximações são inevitáveis.

Uma das limitações deste OA é o fato de que todas as órbitas estão contidas num único plano, embora cada órbita do Sistema Solar possua um plano de inclinação diferente. Outra limitação que poderia ser mencionada é a não inclusão no modelo de diversos corpos e estruturas que também fazem parte do Sistema Solar, como por exemplo, a Nuvem de Oort, o Cinturão de Kuiper, asteroides não pertencentes ao cinturão principal e cometas periódicos.

O OA proposto também apresenta limitações em relação ao desenho das órbitas dos planetas. As de Mercúrio e Vênus são tão pequenas que prejudicam uma representação adequada. Então, poderia ser usada uma área maior para essa representação. Ao invés do CD, sugerimos desenhar as órbitas dos planetas em uma folha de cartolina (mais dura) ou mesmo em uma caixa de papelão, ambas com área maior para poder desenhar adequadamente as órbitas dos planetas mais próximos do Sol. Assim, todas as tabelas deverão ser alteradas para os novos valores, pois o raio do CD é muito pequeno. Com isso, os estudantes poderão usar régua para medir distâncias com mais precisão e também fazer uso do compasso para desenhar as órbitas circulares, que na proposta não é utilizado, dificultando o desenho das mesmas. O manuseio destes instrumentos favorece o desenvolvimento de habilidades importantes em estudantes da Educação Básica.

Sabemos que nossa proposta de OA apresenta muitas limitações, mas procuramos destacar neste trabalho algumas de suas potencialidades de uso em sala de aula, mesmo que não tenham sido apresentados dados referentes a sua aplicação. Reforçamos, ainda, que nosso intuito foi promover um trabalho que se enquadrasse dentro dos moldes pertinentes à existência de um material de apoio ao professor, subsidiadas no tópico referente ao Sistema Solar.

## Agradecimentos

Agradecemos aos colegas Fábio, Nathan, Paula e Wildson pelas contribuições.

## Referências

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física. **Física na Escola**, v.11, n.1, p.27-31, 2010.

BARROS, L. G.; ASSIS, A.; LANGHI, R. Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.33, n.3, p.1026-1046, 2016.

BARROS, M. F.; BISCH, S. M. Aprendizagem significativa de conceitos de Astronomia por meio da inclusão de atividades práticas no Ensino Médio: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Astronômica Brasileira, 2014.

BARROSO, M. F.; BORGIO, I. Jornada no Sistema Solar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.32, n.2, p.1-12, 2010.

BRASIL. Lei n.9.394, 20 de dezembro de 1996. Estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, v.134, n.248, p.27833-41, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, Lei Darcy Ribeiro.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino Médio – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC, SEF, 1998.

CANALLE, J. Explicando Astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.11, n.2, p.141-144, 1999.

CANIATO, R. **Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1973. 576p. Tese (Doutorado em Ciência) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. Um objeto-modelo didático do movimento aparente do Sol em relação ao fundo de estrelas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.1, p.131-155, 2013.

FERNANDES, T. C.; LONGHINI, M. D.; MARQUES, D. M. A construção de um antigo instrumento para navegação e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v.4, p.62-79, 2011.

HUGHES, D. W. Six stages in the history of the astronomical unit. **Journal of Astronomical history and heritage**, n.4, v.1, p.15-28, 2001.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: repensando a formação de professores**, 2009. 372 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.8, n.2, p.373-399, 2011.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. 243 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.87-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.14, n.3, p.41-59, 2014.

LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (LTSC). **Draft Standard for Learning Object Metadata** (IEEE 1484.12.1-2002). Julho de 2002. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2017.

LONGHINI, M. D. O universo representado em uma caixa: introdução ao estudo da astronomia na formação inicial de professores de física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.7, p.31-42, 2009.

MACÊDO, L. N.; *et al.* Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. (org.). **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007, p.17-26. Disponível em:<<http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

MACEDO, M. A. P.; RODRIGUES, M. A. O tamanho dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.19, p.23-42, 2015.

MARTINS, R. D. S.; SILVA, G. R.; JOÃO, H. A. Construção de um aparato histórico para uma abordagem lúdico experimental no ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Física.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. Objeto educacional Astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Física.

NEVES, M. C. D. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu**. 1986. 240 p. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. Cap.10, p.193-194.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

QUEIROZ, V.; ROMANZINI, J.; SANZOVO, D. T. Planetas de papel: compreendendo a estrutura dos planetas por meio de dobraduras. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira, 2012.

ROSADO, R. M. M.; MOTA, A. T. Análise de experimentos desenvolvidos em um curso de astronomia para alunos do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.19, p.7-21, 2015.

SARAIVA, M. F. O.; *et al.* As fases da lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.4, p.9-26, 2007.

SILVA, E. L. **Uma experiência de uso de objetos de aprendizagem na educação presencial: ação-pesquisa num curso de sistemas de informação**, 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOARES, L. M.; NASCIMENTO, S. S. Formas de apropriação de instrumentos para o Ensino de Astronomia na formação continuada de professores. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.13, p.41-59, 2012.

SOLER, D. R.; LEITE, C. Importância e justificativas para o Ensino de Astronomia: um olhar para as pesquisas da área. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira, 2012.

SOUSA, J. M. **Objetos de aprendizagem e o ensino de conceitos de eletromagnetismo no Ensino Médio**. 2012. 179 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

STUDART, N. Uso e avaliação dos objetos de aprendizagem no Ensino de Física. In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA, 4., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.

TANCREDI, G. De 9 a 12 y finalmente 8: ¿Cuántos planetas hay alrededor del Sol? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.4, p.69-77, 2007.

TROGELLO, A. G. **Objetos de aprendizagem: uma sequência didática para o ensino de Astronomia**, 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

TROGELLO, A. G.; LANGHI, R. Objetos de aprendizagem: levantamento bibliográfico entre revistas nacionais com melhor qualificação nos últimos cinco anos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindoia. **Anais...** Águas de Lindoia: Sociedade Astronômica Brasileira, 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC). Centro de Divulgação da Astronomia (CDA). **Asteróides**. [São Carlos], 2000. Disponível em: <[www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/asteroides.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/asteroides.html)>. Acesso em: 04 mai. 2018.

WILEY, D. A. Connection learning objects to instructional theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A. **The instructional use of learning objects**. Bloomington. Indiana: Agency for Instructional Technology: 2000. p.3-23. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 27 jan. 2017.