

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA

BRUNA SCHONS RIBEIRO

A FUNDAÇÃO DE UM CLUBE DE ASTRONOMIA VISANDO  
EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS E PROMOVENDO A DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA ENTRE ALUNOS DE ENSINO MÉDIO

PORTO ALEGRE

JANEIRO DE 2018

BRUNA SCHONS RIBEIRO

A FUNDAÇÃO DE UM CLUBE DE ASTRONOMIA VISANDO  
EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS E PROMOVENDO A DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA ENTRE ALUNOS DE ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à  
Comissão de Graduação do Instituto de Física da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharela em Física.

Orientadora: Prof. Daniela Pavani

PORTO ALEGRE

JANEIRO DE 2018

# Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer aos meus pais, Anésia e Jorge, por absolutamente tudo. Pelo amor, pela compreensão, pelo incentivo, pela educação, pelo esforço, pelos conselhos. Com certeza eu não chegaria até aqui se não fosse por vocês.

À minha irmã, Renata, que esteve comigo a minha vida toda, e faz dela uma experiência muito mais divertida. Apesar das discussões, sem ti seria impossível ser feliz como eu sou.

Às minhas amigas da época de colégio, Daniela, Ellen, Gabriela, Ingrid, Marina, Sofia, Victoria e Victória, que me acompanham em tudo há quase dez anos. Mesmo depois que cada uma foi para um lado e ficou difícil de juntar todas, não deixei de ter um carinho especial por cada uma de vocês, e de saber que eu posso contar com vocês para qualquer coisa na vida.

Aos amigos que eu fiz durante todo o curso, que me ajudaram em tudo o que eu precisei, me deram apoio nos momentos de estresse e fizeram esses cinco anos serem inesquecíveis.

À todos os meus professores, desde a Educação Infantil até os da UFRGS, pois todos vocês têm alguma influência na pessoa que eu sou hoje. Muito obrigada por seguirem essa profissão tão linda e fazerem eu querer segui-la também.

À diretora do colégio onde o Clube ocorreu, Regina Crestani, por confiar em mim e no meu trabalho e permitir que eu desenvolvesse esse projeto com os alunos do colégio.

Por último, muito obrigada à minha orientadora, Prof. Daniela Pavani, por me ajudar a por esse projeto em prática, me mostrar sempre atividades novas para levar para os alunos e me deixar mais segura de que tudo ia dar certo.

# Resumo

Este trabalho apresenta o planejamento, o desenvolvimento e a execução de um Clube de Astronomia voltado para alunos do Ensino Médio em uma escola particular localizada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Os objetivos deste trabalho foram fornecer à autora experiências na prática docente, além de divulgar a Astronomia no ambiente escolar. A ideia principal foi a explicação de diversos temas de Astronomia e a aplicação de atividades práticas que demonstrassem e comprovassem aquilo visto na teoria. As aulas ocorreram em duas edições, durante os dois semestres de 2017, e estão descritas nesse trabalho na forma de relatos. Apesar da baixa adesão dos alunos, é possível concluir, através das respostas do questionário, que aqueles que participaram consideraram a experiência válida e enriquecedora. Além disso, para a autora, o Clube representou um aprendizado muito grande no que diz respeito ao planejamento e à execução de aulas.

**Palavras-chave:** Clube de Astronomia; Ensino Médio; demonstrações.

# Abstract

This work presents the planning, development and execution of an Astronomy Club whose target audience were high school students in a private school located in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul. The objectives of this work were to provide the author with experiences in teaching, as well as to promote Astronomy in the school environment. The main idea was the explanation of several topics of astronomy and the application of practical activities that demonstrate and prove what is seen in theory. The classes took place in two editions, during the two semesters of 2017, and are described in this work in the form of reports. Despite the low adherence of the students, it is possible to conclude from the questionnaire answers from those who participated considered the experience to be valid and enriching. In addition, for the author, the Club represented a great learning in the planning and execution of classes.

**Keywords:** Astronomy Club; High School; demonstrations.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos gerais . . . . .	4
1.2	Objetivos específicos . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>5</b>
2.1	Comportamentalismo . . . . .	5
2.2	Cognitivismo . . . . .	8
2.3	Humanismo . . . . .	11
2.4	Sócio-Culturais . . . . .	12
2.5	Qual a identificação da autora? . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Estudos Relacionados</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento do Projeto</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Aplicação do Projeto</b>	<b>22</b>
5.1	Primeira Edição . . . . .	22
5.2	Segunda Edição . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>Referências</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Apêndices</b>	<b>46</b>

# 1 Introdução

Quando a autora escolheu o curso de Bacharelado em Física com ênfase em astrofísica, o fez porque adorava astronomia, despendia horas pesquisando sobre o assunto na internet, comprava livros que tratavam sobre esse tema, e buscava sempre saber mais. O interesse em física nem era tão grande a ponto de fazer uma graduação nisso, mas a astrofísica fazia valer a pena.

Depois de ser aprovada no vestibular, a estudante começou a cursar o que tanto queria, mas após alguns semestres pode perceber que existia uma grande diferença entre estudar um assunto e trabalhar com ele. Alguns conhecidos começaram a trabalhar como bolsistas de iniciação científica em diversos laboratórios da Universidade, porém ela não se sentia atraída por nada, em algumas situações era até difícil compreender como determinadas áreas de pesquisa causavam interesse em algumas pessoas, sendo que trabalhar com Astrofísica era o desejo dela ao entrar no curso.

A partir desse momento, foi possível perceber que talvez o curso que a autora estava fazendo não fosse o que ela realmente almejava para o seu futuro profissional. Ela adorava estudar tudo o que estudava, mas não se enxergava pesquisando sobre nada daquilo. Com base nessa percepção, a ideia de lecionar começou a se fazer mais presente: seria uma alternativa para continuar estudando o que gostava, mas sem ter que trabalhar com pesquisa.

A estudante começou a dar aula quando estava no quinto semestre do curso, como monitora de física em um colégio particular de Porto Alegre, onde continua até hoje, pois a sensação de poder ajudar os alunos a entender os conteúdos, de tornar a matéria mais fácil e mais acessível para eles era fascinante para ela. Pensando nisso, ficou claro em sua mente que era esse o caminho que deveria seguir profissionalmente.

No final de 2016 e início de 2017, a proximidade com os últimos semestres do curso fez a estudante começar a pensar no seu Trabalho de Conclusão, e mesmo fazendo o bacharelado, ela gostaria muito que se tratasse de algo relacionado a ensino. Conversando durante uma manhã inteira com um dos professores de física do colégio onde ela é monitora, surgiu a ideia: um clube de astronomia para os alunos do colégio. Tudo encaixaria muito bem, visto que seria um tema mais voltado para a licenciatura, porém os assuntos trabalhados no projeto seriam total-

mente relacionados com o curso de Astrofísica.

O colégio em questão é uma escola particular localizada na cidade de Porto Alegre, e que possui turmas desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. A escola tem como característica a formação global do aluno, isto é, a educação é voltada tanto para os conhecimentos básicos de disciplinas das áreas de exatas e humanas, assim como o proporciona o contato com a tecnologia e a arte. O objetivo do colégio é formar não apenas pessoas que dominem os conteúdos presentes no planejamento curricular da escola, mas também que sejam cidadãos melhores para a sociedade, com pensamento crítico e reflexivo.

O Clube foi idealizado para os alunos de todos os anos do Ensino Médio (com idade média entre 15 e 18 anos), visto que eles já têm uma bagagem um pouco maior sobre física, comparado ao Ensino Fundamental, então era possível organizar aulas não tão superficiais em termos de conteúdos.

Para elaborar o Clube, a criadora desse projeto se baseou na cadeira de Fundamentos de Astronomia e Astrofísica do Departamento de Astronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Isso porque, nessa cadeira, são trabalhados diversos assuntos da área, desde como os astros são observados no céu noturno até a origem do Universo. A grande diferença é que, com o objetivo de atrair mais alunos, e tendo a consciência de que matérias das exatas não costumam agradá-los muito, ficou decidido evitar dar muita ênfase na parte física e matemática, e fazer o Clube ser mais descritivo, ou seja, mostrar para os alunos como as coisas funcionam, mas sem focar muito em por que elas funcionam de tal forma; apresentando argumentos, mas sem provas matemáticas.

Além disso, um dos objetivos era fazer o Clube não ser uma série de aulas comuns, como os alunos estão acostumados a ter todos os dias, em que o professor simplesmente explica o conteúdo e os alunos escutam. A idealizadora do Clube queria fazer algo mais interativo, que os alunos fossem mais ativos durante o curso, e não tão passivos como muitas vezes são. Por isso, ao longo do curso, a ideia era propor diferentes atividades, demonstrações, práticas, listas de exercícios, tudo que servisse de motivação para que eles participassem mais das aulas.

O projeto inicial era por o clube em prática no primeiro semestre de 2017 e escrever o TCC no segundo semestre. Entretanto, em conversas com a Prof. Daniela Pavani, orientadora desse trabalho, algumas ideias novas surgiram: aplicar o clube novamente no segundo semestre, depois de realizar um questionário anônimo com os alunos que participaram da primeira versão do curso e de adaptar alguns fatores que a autora do projeto percebeu, na prática, que poderiam ser melhorados.

Sobre os objetivos idealizados para o desenvolvimento do projeto, o primeiro pensado quando a ideia do Clube de Astronomia surgiu foi criar um projeto que pudesse fornecer à autora uma experiência como professora que ela ainda não tinha, mesmo já dando aula há três anos: a de elaborar um trabalho do zero, completamente autoral, em que ela teria que pensar quais conteúdos gostaria de expor, como organizá-los dentro de cada aula, qual seria a melhor forma de apresentar cada tópico, como torná-los sempre interessantes aos alunos, quais atividades práticas poderiam ser propostas a eles, e mais uma infinidade de detalhes. Apesar de já ter dado aula antes, sempre havia sido algo já planejado por outros professores, ou algo do programa do próprio colégio, então nunca foi preciso se preocupar em, de fato, organizar uma aula, ela só precisava expor o conteúdo previamente planejado. E com o Clube de Astronomia seria algo completamente diferente justamente por esse fator de originalidade.

Além da elaboração do Clube, a autora precisaria ter senso crítico sobre as aulas, já que a segunda edição seria realizada justamente para por em prática as melhorias que poderiam ser feitas. Essas alterações nas aulas seriam propostas com base em dois pontos de vista: a própria percepção da idealizadora do projeto do que deveria ser aperfeiçoado, além da opinião dos alunos, que teriam a disposição, ao fim da primeira edição, um questionário anônimo em que eles responderiam diversas perguntas sobre a atuação da professora, sobre a estruturação e os conteúdos do Clube, e ainda poderiam deixar um comentário para falar sobre o que eles mais gostaram e que deveria continuar para a próxima edição, e o que eles achavam que deveria mudar ou que poderia melhorar de alguma forma.

Apesar de a experiência que esse projeto proporcionou à estudante ser essencial para a sua formação, e portanto esse era um dos objetivos mais importantes desse trabalho, o mais fundamental dele é a divulgação da astronomia para alunos do ensino médio que ele promoveu.



Infelizmente, a ciência é muito pouco difundida e incentivada no Brasil, de forma que não é tão fácil encontrar crianças e adolescentes que se interessem de verdade pelo assunto. Por esse motivo, foi muito valiosa a oportunidade de levar esse tema para dentro da escola, e talvez despertar a curiosidade de pelo menos alguns alunos. Provavelmente nenhum deles fará carreira nessa área, mas só de saber que eles já conhecem um pouco mais sobre o Universo que os cerca, já pode-se considerar a missão como cumprida.

Além disso, outro objetivo pensado para o Trabalho foi o de ler sobre algumas teorias de aprendizagem, a fim de descobrir com qual delas a estudante mais se identifica, e comparar essa teoria com a forma que ela ministrou as aulas no Clube. Essa parte foi considerada bem importante, visto que como bacharela ela não tem conhecimento na área de ensino, então essas leituras vão complementar a sua formação e dar uma base melhor como educadora.

Também foi decidido ler sobre outros Clubes de Astronomia - ou atividades semelhantes - para entender como os professores elaboraram seus trabalhos, e estabelecer um comparativo com este. Esse exercício de leitura pode ser útil para compreender de que forma o Clube poderia ter sido melhor, analisando outras ideias e propostas sugeridas pelos criadores desses programas. Fazer essa comparação é pertinente visto que o Clube de Astronomia foi criado sem nenhuma base teórica de educação ou ensino de física, o que afetou, com certeza, o resultado final; entender como profissionais dessa área fizeram atividades semelhantes a esta fornece uma base muito mais sólida para projetos futuros.

## **1.1 Objetivos gerais**

- Criar um projeto que pudesse fornecer à estudante experiências como professora
- Desenvolver o senso crítico sobre as aulas
- Divulgação científica entre alunos do Ensino Médio

## **1.2 Objetivos específicos**

- Estudar sobre teorias de aprendizagem
- Analisar projetos semelhantes desenvolvidos por outros educadores

## 2 Referencial Teórico

Durante os três anos de experiência como professora de física, além das percepções tidas na época de aluna do ensino médio, foi possível notar que o ensino de ciências no geral, mas principalmente de física, é hoje muito voltado para uma aprendizagem mecânica, isto é, o professor exerce apenas a função de transmitir informações, as quais devem ser memorizadas pelos alunos, sem que elas adquiram nenhum significado e sem que eles estabeleçam um pensamento crítico sobre elas. Esse tipo de aprendizagem é desmotivante para o aluno, que não vê sentido naquilo que está sendo ensinado, muito menos uma utilidade. Dessa forma, se o objetivo é que o aluno realmente aprenda o conteúdo que está sendo apresentado a ele, e não apenas decore, reproduza em testes e depois esqueça, é função do educador buscar outros métodos de ensino, muitos deles descritos por estudiosos da área da educação.

Diversas teorias de aprendizagem foram sendo propostas por pensadores ao longo dos anos, o que evidencia que a forma como acredita-se ser melhor ensinar foi se transformando com o passar do tempo. Mesmo assim, uma teoria não substitui a outra, todas elas coexistem para que cada professor escolha com qual delas mais se identifica e de que forma acredita que a aprendizagem seja mais eficiente. Sendo assim, quanto mais teorias o educador tiver contato, mais conhecimento ele terá para determinar com qual(is) concorda e como aplicá-las em sala de aula.

Essas teorias são divididas em alguns grandes grupos, que têm características em comum, mas mesmo dentro desses grupos cada pensador estabelece sua própria teoria. Alguns deles serão descritos de maneira resumida a seguir:

### 2.1 Comportamentalismo

O principal conceito das teorias comportamentalistas (ou behavioristas) é o *estímulo-resposta*. Basicamente, isso quer dizer que para cada estímulo ao qual o ser humano é exposto, ele apresenta uma determinada resposta. Sendo assim, para o processo de aprendizagem, o professor ensina quais respostas são as "corretas" para cada tipo de estímulo.

## **John Watson**

Watson foi o fundador do comportamentalismo no mundo ocidental. Suas pesquisas enfatizavam mais os estímulos do que as consequências e, influenciado por Ivan Pavlov, entendia a aprendizagem com base no condicionamento clássico: um estímulo condicionado, depois de ser emparelhado em número suficiente de vezes com o estímulo incondicionado, passa a eliciar a mesma resposta e pode substituí-lo. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Como exemplo, pode-se citar o próprio experimento desenvolvido por Pavlov. Cães, ao perceberem a presença de alimento, começam a salivar (aqui, a presença de alimento é o estímulo incondicionado, já que é instintivo, e a salivação é a resposta). Entretanto, Pavlov começou a tocar uma campainha toda vez que iria alimentar os cães. A princípio, uma campainha não provoca a salivação dos cães (e portanto é um estímulo neutro), mas depois de um tempo, eles associaram esse som com a presença de alimento (esse processo é chamado de pareamento). Sendo assim, os cães começavam a salivar ao som da campainha, mesmo que não houvesse nenhum alimento por perto. Dessa forma, a campainha, que era um estímulo neutro, passou a ser um estímulo condicionado, pois passou a eliciar a mesma resposta que o estímulo incondicionado. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Os dois princípios mais importantes da teoria de Watson era o *princípio da frequência* e o *princípio da recentidade*. O princípio da frequência diz que quanto mais vezes uma dada resposta é associada a um dado estímulo, mais provavelmente essa associação será feita novamente. O princípio da recentidade diz que quanto mais recente uma dada resposta for associada a um dado estímulo, mais provavelmente essa associação será feita outra vez. Esses dois princípios ainda são muito usados, visto que para memorizar os conteúdos os alunos fazem muitos exercícios e sempre estudam na véspera das provas. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

## **Edward Thorndike**

Thorndike também acreditava que a aprendizagem se dava por meio da formação de conexões estímulo-resposta. Contribuiu para o comportamentalismo com diversas leis, mas as mais importantes são a *Lei do Efeito* e a *Lei do Exercício*. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

A Lei do Efeito diz que se uma conexão estímulo-resposta é seguida de uma consequência

agradável, ela é fortalecida, ou seja, essa conexão se torna mais provável de acontecer novamente. Já se essa conexão for seguida de uma consequência irritante, ela será enfraquecida, ou seja, essa conexão se torna menos provável de acontecer novamente. Essa é a ideia do reforço, isto é, estimular aquelas conexões desejáveis e desestimular aquelas não desejáveis. A Lei do Efeito coloca as consequências atingidas como determinante das conexões. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Já a Lei do Exercício diz que conexões que são praticadas com maior frequência são fortalecidas, enquanto as que não são praticadas são enfraquecidas ou até mesmo esquecidas. Essa lei é muito semelhante ao princípio da frequência de Watson. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

### **Burrhus Frederic Skinner**

A teoria de Skinner é bastante semelhante à Lei do Efeito de Thorndike, a grande diferença entre esses dois pensadores é que Thorndike focava seu estudo nas conexões entre estímulo e resposta, enquanto Skinner era mais voltado para o estudo das conexões entre as respostas e as consequências. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Para Skinner, recompensas e punições - ou como ele chamava, reforçadores positivos e reforçadores negativos - são muito importantes no desenvolvimento do ser humano, visto que ele sempre tende a se comportar de maneira a obter um reforçador positivo e evitar um negativo. Sendo assim, a utilização desses reforçadores para estimular a aprendizagem é a principal ideia da abordagem skinneriana. Um reforçador positivo aumenta a frequência de uma dada resposta, enquanto um reforçador negativo baixa essa frequência. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Nessa teoria, então, é papel do professor organizar o que Skinner chamava de *contingências de reforço*, que nada mais é do que essas recompensas e punições, de modo a aumentar a probabilidade de o estudante apresentar o comportamento esperado. Em outras palavras, o professor precisa dar os reforços (tanto positivos quanto negativos) no momento e na quantidade apropriados, de forma a condicionar as respostas desejadas dos alunos. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

## 2.2 Cognitivismo

A corrente cognitivista tem como enfoque o processo de cognição, ou seja, de que maneira cada pessoa atribui significados à realidade que a cerca. As teorias que compõem esse grupo se preocupam em estudar como se dá a compreensão, a transformação, o armazenamento e o uso das informações no processo de aquisição de conhecimento. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

### Jerome Bruner

Bruner ficou conhecido por uma frase famosa: *é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento*. É preciso ter cuidado com a interpretação dessa frase, pois é necessário levar em consideração, ao ensinar determinada matéria, as diversas etapas do desenvolvimento intelectual da criança. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Segundo Bruner, ensinar determinado conteúdo significa representar essa matéria a partir da maneira como o aprendiz enxerga a realidade. Ou seja, é preciso adaptar a forma de ensinar de acordo com a representação que o aluno faz do mundo, e é isso que significa "ensinar de maneira honesta". (MOREIRA e MASSONI, 2015)

As duas principais propostas de Bruner foram a descoberta dirigida e o currículo em espiral. O método da descoberta consiste em o educador apresentar ao aluno conteúdos na forma de problemas que ele deve tentar resolver, de forma que a aprendizagem tenha relevância e significado. Portanto, esse tipo de aprendizagem deve disponibilizar alternativas para que o aluno estabeleça relações e encontre soluções para os problemas propostos. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Já o currículo em espiral propõe que o aluno deve ter a possibilidade de ver o mesmo conteúdo diversas vezes, mas de forma que a vez seguinte seja sempre em um nível de complexidade maior que a anterior. Assim, não é necessário ensinar todo o conteúdo de uma única vez, e sim ensinar aos poucos, garantindo que os alunos aprendam de fato o básico de cada matéria, para depois partir para um nível de profundidade maior. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

## Jean Piaget

Piaget contribuiu fundamentalmente para o cognitivismo. Suas duas principais ideias foram os *quatro períodos de desenvolvimento mental* do ser humano, além da teoria para o crescimento cognitivo, que tem como base conceitos tais como *assimilação, acomodação, equilíbrio e esquema*. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Os quatro períodos do desenvolvimento mental, propostos por Piaget, são: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal. Segundo ele, o ser humano passa por todas essas quatro fases, necessariamente nessa ordem, mas cada pessoa leva um tempo específico em cada etapa. O período *sensório-motor* é a primeira etapa, em que a criança apresenta apenas alguns reflexos, por exemplo choro, sucção, etc. O período *pré-operacional* é a segunda etapa, e a criança começa a usar linguagem, símbolos e imagens mentais, e seu pensamento está começando a se organizar. O terceiro período é o *operacional-concreto*, e nessa fase a criança já entende mais o mundo ao seu redor, consegue pensar logicamente, mesmo que esse pensamento ainda seja limitado, pois a criança ainda não consegue lidar com hipóteses. O último período é o *operacional-formal* e a ideia central dessa fase é que o já adolescente consegue trabalhar com construções mentais e quais relações podem ser estabelecidas, consegue raciocinar de forma mais abstrata, pensando em hipóteses. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

A segunda parte da teoria de Piaget é a de como a mente do ser humano adquire conhecimento. Para ele, cada pessoa constrói, ao longo da vida, esquemas de assimilação, que representam a realidade e dizem como esse indivíduo age perante ela. Quando a pessoa se depara com uma situação nova, sua mente pode se modificar ou desistir. Caso se modifique, ela sofre o que é denominado por Piaget como *acomodação*. Caso desista, o mente não absorve as informações dessa nova situação. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Segundo Piaget, a mente tende a buscar sempre o equilíbrio. Quando ela é exposta a uma situação não assimilável, esse equilíbrio é rompido, e ela precisa construir novos esquemas de assimilação para retomar o equilíbrio. Todo esse processo é denominado por Piaget *equilíbrio majorante*, e segundo ele, é através desse processo que ocorre a aprendizagem. Por outro lado, a *equilíbrio minorante* ocorre quando a mente desiste de assimilar a nova informação, e dessa forma não há aprendizagem, por a mente não sofreu nenhuma modificação.

(OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

A teoria de Piaget foi bastante influente para o ensino de Ciências. Para ele, o professor deve causar o desequilíbrio, para que as mentes dos alunos criem novos esquemas de assimilação e passem pelo processo de equilíbrio majorante. Além disso, ele acreditava que a aprendizagem seria mais eficiente se, atrelado à argumentação do professor, fosse dada ênfase à pesquisa dos alunos através de práticas, de forma que o conteúdo seja reconstruído e não apenas transmitido. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

### **David Ausubel**

Ausubel desenvolveu sua teoria a partir do conceito de *aprendizagem significativa*. Essa teoria diz que uma nova informação adquirida pelo indivíduo interage de maneira não-arbitrária com o conhecimento que este indivíduo já possui. Para ele, *se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia a aprendizagem, esta seria o conhecimento prévio do aprendiz*. Além disso, outro ponto importante da teoria de Ausubel é que o aprendiz só vai aprender se ele estiver predisposto a isso, ou seja, se ele quiser aprender. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Um dos conceitos mais importantes dessa teoria é o de subsunçor. Essa é a denominação dada para o conhecimento que o aprendiz já possuía, e que vai servir de "ancoradouro" para o novo conhecimento. É importante salientar que os dois conhecimentos, o novo e o prévio, se alteram: o novo adquire significado, enquanto o prévio fica mais rico e abrangente. Esse tipo de aprendizagem, em que há interação entre o que já era conhecido e o que não era, é chamada de aprendizagem significativa. Em contrapartida, quando essa interação não acontece, e a informação é armazenada de maneira arbitrária, acontece o que Ausubel denominou de *aprendizagem mecânica*. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

A função do professor na aprendizagem significativa se dá em quatro etapas: determinar a estrutura conceitual da matéria a ser ensinada, organizando hierarquicamente os tópicos; identificar os subsunçores essenciais para a aprendizagem dessa matéria, ou seja, aquilo que o aluno já deveria saber para aprender o que vai ser ensinado; determinar quais desses subsunçores os alunos possuem e quais não; ensinar de maneira que facilite a assimilação do conteúdo pelos alunos e a organização de suas próprias ideias a respeito do tema tratado. (OSTERMANN e

CAVALCANTI, 2011)

## **2.3 Humanismo**

Para as teorias humanistas, o indivíduo não deve ser tratado apenas como um aprendiz, e sim como uma pessoa inteira, em que pensamentos, sentimentos, conhecimentos e ações estão completamente interligados. Dessa forma, não é possível tratar sobre os processos de aprendizagem de uma pessoa sem considerar, por exemplo, seus sentimentos. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

### **Carl Rogers**

Para Rogers, o mais importante no desenvolvimento do aprendiz não é o controle do comportamento, nem mesmo a absorção de conhecimento, e sim o crescimento pessoal do aluno, sua autorrealização. Por esse motivo, a aprendizagem deve compreender tanto a parte cognitiva quanto as afetiva e psicomotora. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Segundo essa teoria, o professor é considerado um facilitador para o crescimento do aluno, e para que isso aconteça, o principal não é a habilidade de ensino que ele possui, e sim a relação de confiança e aceitação que ele estabelece com o aprendiz. O professor é visto como uma pessoa pelos alunos, e não apenas um meio de transmissão de informação. O termo usado por Rogers é o de *compreensão empática*, em que os alunos não são avaliados e nem julgados, mas sim compreendidos. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

### **George Kelly**

O postulado fundamental de Kelly diz que *os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados pelas maneiras nas quais ela antecipa eventos*. Segundo ele, as pessoas criam modelos que não representam exatamente o mundo em que vivem, mas sim realidades construídas que não se baseiam em verdades absolutas. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

Dessa forma, Kelly acreditava que é papel do professor apresentar aos alunos situações em que seus modelos pessoais possam ser articulados, estendidos ou desafiados pelos modelos formais da ciência. O professor deve apresentar esses modelos científicos não como verdades



absolutas, mas como hipóteses que os alunos devem reconstruir e avaliar. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011)

## **2.4 Sócio-Culturais**

Para os teóricos dessa corrente, a educação e a aprendizagem não podem ser pensadas sem levar em conta o contexto histórico, social e cultural em que o aprendiz está inserido. Isso se dá pelo fato de que as vivências e experiências que cada pessoa traz consigo têm um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo, além de que um mesmo conhecimento pode sofrer alterações de um contexto social para outro. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

### **Lev Semenovitch Vygotsky**

Para Vygotsky, a aprendizagem se dá por meio de uma "reconstrução" do ambiente, ou seja, a pessoa reconstrói internamente conhecimentos já construídos externamente, em um determinado contexto social, histórico e cultural. Vygotsky usa os termos *instrumento* e *signo* para denominar aquilo que pode ser usado para fazer algo e aquilo que significa algo, respectivamente. Para ele, instrumentos e signos são construções sociais, e quando internalizadas, o ser humano se desenvolve cognitivamente. Porém, esse processo só ocorre com interação social, visto que é necessário mais de uma pessoa para a troca de informação. Além disso, os instrumentos e signos internalizados precisam ser aqueles que já são compartilhados socialmente, isto é, aqueles que já são usados e conhecidos no contexto social em que se encontra. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Outro conceito muito importante para a teoria de Vygotsky é o de *zona de desenvolvimento proximal*. Pode-se entendê-lo como a distância que existe entre aquilo que a pessoa já sabe, e aquilo que ela ainda não sabe, mas que pode vir a aprender se receber a orientação correta. É nessa região que o desenvolvimento cognitivo acontece, e é onde o professor deve atuar, ou seja, os trabalhos que um professor propõe para seus alunos devem estar dentro dessa região. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

### **Paulo Freire**

Paulo Freire foi um dos pensadores mais conhecidos e respeitados da pedagogia. Para ele, a educação precisava ter uma abordagem crítica, ao contrário do que normalmente acontece, que

é uma educação mecânica e apassivadora. Sendo assim, para Freire, o professor deve sempre instigar a curiosidade e a criticidade de seus alunos, de forma que eles não aceitem, passivos, as informações que lhes são fornecidas. Além disso, ele acreditava que o professor não deveria apenas transmitir conhecimento, mas sim criar possibilidades para que os próprios alunos pudessem contruí-lo. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Seguindo essa linha de raciocínio, um dos principais conceitos criados por Freire é o de *educação bancária*, em que o professor apenas "deposita" conhecimento sobre o aluno. Esse tipo de educação vai contra os princípios freireanos, pois os alunos apenas aceitam aquilo que o professor fala, sem nenhum senso crítico ou questionamento. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

Em contrapartida, Freire se posiciona a favor do que ele chama de *educação dialógica*. Segundo ele, esse tipo de educação não se faz do educador para o educando nem do educador sobre o educando, mas do educador com o educando. Ambos têm papéis fundamentais no processo de aprendizagem: o professor deve dirigir, e não comandar, os trabalhos dos alunos, para que eles ultrapassem o desconhecimento inicial; enquanto que os alunos devem buscar os significados dos conteúdos, relações entre eles e o meio em que vivem, além de exibir uma postura crítica frente a esses conteúdos. Nesse tipo de educação, o conhecimento, a realidade social e a curiosidade do aluno precisam ser consideradas. (MOREIRA e MASSONI, 2015)

## **2.5 Qual a identificação da autora?**

Apesar de não ter nenhum conhecimento nessa área antes desse trabalho, e que a estudante pode adquirir um pouco com as leituras dos dois textos referenciados nesse capítulo, é curioso como ela conseguiu se identificar em algumas ideias, mesmo sem nunca ter lido sobre isso. Apesar de a sua intuição a levar por um caminho que acredita ser bastante produtivo no que diz respeito a maneiras de dar aula, todo o estudo que inúmeros pensadores da educação desenvolveram durante décadas só tem a acrescentar ao seu trabalho. Por esse motivo que tomar conhecimento de diversas teorias de aprendizagem só fez abrir mais os seus horizontes e, quem sabe, melhorar sua forma de dar aula a partir de agora.

Depois de ler sobre todas as teorias citadas acima, foi possível ver que a aprendizagem significativa de Ausubel foi a que mais interessou à autora, e também a que ela pode ver mais

semelhanças com o trabalho que desenvolveu. Voltando no tópico sobre David Ausubel, foram resumidas as quatro etapas pelas quais um professor deve passar para que a aprendizagem seja significativa:

- Determinar a estrutura conceitual da matéria a ser ensinada, organizando hierarquicamente os tópicos;
- Identificar os subsunçores essenciais para a aprendizagem dessa matéria, ou seja, aquilo que o aluno já deveria saber para aprender o que vai ser ensinado;
- Determinar quais desses subsunçores os alunos possuem e quais não;
- Ensinar de maneira que facilite a assimilação do conteúdo pelos alunos e a organização de suas próprias ideias a respeito do tema tratado.

Todas essas quatro etapas, de alguma forma, foram cumpridas pela criadora do projeto durante o Clube de Astronomia. A primeira, ao estruturar o curso e dividir os conteúdos em cada aula; a segunda, ao já saber o que era necessário para que os alunos pudessem aprender todas as matérias, visto que já sabia todos os tópicos que seriam tratados no Clube e qual base era necessária para entender cada um deles; a terceira, por conhecer o currículo escolar do colégio, e também por fazer várias perguntas sobre astronomia a eles na primeira aula do Clube (por exemplo, a professora sabia que eles não tinham conhecimento sobre coordenadas celestes, mas esse seria um conteúdo importante para falar sobre estações do ano, então foi dada uma aula para eles sobre isso); por último, foram utilizadas muitas imagens, animações, demonstrações, atividades práticas e também o conhecimento que eles já tinham de física para explicar os conceitos novos.

Além disso, Ausubel também cita que para que ocorra a aprendizagem significativa, é fundamental a intenção do aluno de aprender. A estudante já pode perceber e vivenciar isso em todas as suas experiências educacionais, não só no Clube de Astronomia. Não há professor qualificado o suficiente, criativo o suficiente, bem intencionado o suficiente que consiga fazer um aluno desinteressado aprender. Então esse é outro ponto da Teoria de Ausubel que chamou a atenção da autora.

Alguns pontos de outras teorias também despertaram interesse na estudante (por exemplo a educação bancária e a dialógica de Freire), mas nenhuma teoria chamou a atenção por completo

como Ausubel fez. Com certeza, se ela precisasse escolher uma única teoria para seguir a partir de agora, seria a da aprendizagem significativa.

### 3 Estudos Relacionados

A fim de entender como outros educadores idealizaram projetos semelhantes ao Clube de Astronomia, foram pesquisados textos que abordassem trabalhos que, na sua idealização e/ou execução fossem similares a este projeto. A busca se deu em dezembro de 2017, e foi centrada em algumas revistas sobre o tema (*Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Latino Americana de Educação em Astronomia*), além de trabalhos de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para encontrar textos relacionados, algumas palavras-chave foram utilizadas, como *clube de astronomia, experimentos, oficinas, ensino médio*, a fim de filtrar textos que discutissem projetos semelhantes. A seguir são discutidos os trabalhos que avaliou-se como mais relevantes para o presente trabalho.

O primeiro texto lido foi TREVISAN e LATTARI (2000), um artigo que fala da experiência de criação de um Clube de Astronomia, mas com o objetivo de formar professores de Ensino Fundamental e Médio, para que depois estes possam passar os conteúdos e as práticas vistos no Clube para seus alunos. Apesar de o público alvo ser outro, comparado com o Clube de Astronomia descrito neste trabalho de conclusão, é pertinente notar que algumas semelhanças podem ser encontradas.

A ideia central é diferente do Clube de Astronomia desenvolvido no colégio, mas o interessante é que alguns dos objetivos propostos nesse artigo foram: *despertar nos jovens o interesse pela Ciência; tornar os jovens mais aptos para o aprendizado das matérias científicas; disseminar a Astronomia entre a população*. Todos esses objetivos também estavam presentes no Clube de Astronomia desenvolvido com os alunos do colégio, mostrando que o desinteresse pela Ciência não é um fenômeno localizado, e por isso há vários projetos visando incentivar e motivar a curiosidade dos alunos por Astronomia, Física e outras Ciências no geral.

O segundo texto lido foi ROSADO e MOTA (2015). Esse artigo já é bem mais parecido com o trabalho desenvolvido no colégio. Primeiro porque o público alvo é o mesmo (alunos de ensino médio), segundo porque algumas condutas foram bem semelhantes, como apresentar conceitos físicos com o mínimo de fórmulas e demonstrações matemáticas possível, a fim de incentivar mais alunos a participar do curso e facilitar a compreensão por parte de alunos que

possuem mais dificuldade com a matemática, além de propor diversas atividades práticas para a demonstração do conteúdo teórico visto - mesmo sendo práticas distintas do Clube, apenas uma foi semelhante, a ideia de demonstrar na prática aquilo visto em sala de aula foi a mesma.

Além disso, outro fator que merece atenção é a frase com a qual o artigo foi encerrado: *mais do que simplesmente resolver problemas, o Ensino Médio busca a formação intelectual e crítica do sujeito, inserindo-o na sociedade e oferecendo-lhe uma formação básica.* Como discutido no capítulo anterior, o Ensino Médio deveria ser assim, mas infelizmente não é, na maioria das escolas. Por isso cabe aos educadores mostrar aos alunos que o Ensino Médio não é apenas uma preparação para vestibular e ENEM, mas sim uma etapa de formação muito importante do ser humano. Por isso, ele não pode ser tratado apenas como alguém que vai decorar fórmulas, conceitos, e respostas, mas sim uma pessoa que possui curiosidade e senso crítico sobre o que está sendo ensinado, além de capacidade para formular seus próprios pensamentos sobre o mundo que o cerca.

Por esses motivos, é tão importante incentivar o espírito científico dos alunos, a curiosidade, o interesse pela pesquisa. É importante que eles questionem aquilo que lhes é ensinado, e não apenas aceitem. É nesse sentido que o Clube de Astronomia descrito nesse trabalho e o curso de Astronomia tratado em ROSADO e MOTA (2015) são tão importantes, pois despertam o desejo de entender, de verdade, como o mundo ao nosso redor funciona. Sendo assim, significa que estamos formando pessoas para o mundo que não simplesmente aceitam o que lhes é imposto, mas criticam, pensam, analisam e tiram conclusões por conta própria.

O último texto lido foi GONÇALVES e STEFFANI (2015), um dos inúmeros textos de apoio ao professor de física, produzidos pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esse texto é o produto de uma dissertação do Mestrado Profissional, e trata também sobre uma Oficina Astronômica desenvolvida com alunos de Ensino Médio. Essa Oficina apresenta, também, muitas características semelhantes ao Clube, e por isso é interessante discutí-la.

Durante essa Oficina, a professora também desenvolveu diversos conteúdos de Astronomia, numa linguagem acessível a alunos do Ensino Médio, com pouca matemática e várias atividades

práticas que demonstrem a teoria. Os temas que foram escolhidos também eram basicamente os mesmo do Clube, porém com uma grande diferença: enquanto no Clube foram trabalhados primeiro os temas relativos à influência do céu na vida das pessoas, à Terra, ao Sistema Solar e depois temas sobre objetos maiores e mais distantes, como estrelas, galáxias, etc., na Oficina foi no sentido contrário, os primeiros temas foram Big Bang, estrelas, e os últimos foram a Terra e o céu noturno.

O que mais diferenciou os dois trabalhos foi que, na Oficina, foram propostos diversas atividades voltadas pras artes, em que os alunos deveriam fazer cartazes ou maquetes. No Clube esse tipo de prática não aconteceu, pois não viu-se muita utilidade, ou seja, nenhum conhecimento de fato seria adquirido, e também por falta de tempo.

Mas o mais interessante dessa Oficina é que a professora trabalhou com os alunos esses conceitos com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a teoria de aprendizagem com a qual a idealizadora do Clube mais se identificou. Por isso, a educadora também buscou saber, no começo do curso, o que os alunos já sabiam sobre Astronomia, assim como ocorreu no Clube, visto que essa é uma das tarefas que o professor deve cumprir, segundo Ausubel. É curioso saber que, mesmo sem conhecimento de teorias de aprendizagem, foi possível desenvolver um projeto "intuitivamente" e baseado apenas em experiências passadas, mas mesmo assim com bastantes semelhanças com uma teoria que atraiu muito a autora.

## 4 Desenvolvimento do Projeto

O projeto do Clube de Astronomia foi pensado inicialmente como um espaço de preparação para as provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). Entretanto, em função das datas e prazos envolvidos, avaliou-se que o tempo entre o início das atividades do Clube e a realização da prova seria muito curto, visto que a Olimpíada aconteceria em maio e os primeiros encontros do Clube seriam em março.

Do ponto de vista dos conceitos a serem abordados, considerou-se que os conteúdos envolvidos na prova da OBA não seriam amplos o suficiente, ou seja, os alunos teriam acesso a uma área muito restrita da astronomia. Sendo assim, foi utilizada como base para a escolha dos tópicos a serem abordados a disciplina do curso de Bacharelado em Física: Astrofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul "Fundamentos de Astronomia e Astrofísica A". Após a definição dos tópicos (que estão descritos nas duas tabelas presentes nesse capítulo), foi realizada a devida adaptação da abordagem para o público alvo: estudantes de ensino médio. Desta forma, foram levadas em conta também as dificuldades em física e matemática do público alvo e tendo em vista os objetivos do presente trabalho, foi desenvolvida uma abordagem essencialmente conceitual, amparada em demonstrações e atividades práticas.

Outra ideia inicial foi a de evitar fazer aulas comuns, como as que os alunos estão acostumados a ter no cotidiano da escola. Ou seja, a intenção era dar aulas com apresentação de slides, já que era necessário mostrar muitas imagens, mas sempre com a inclusão de vídeos, atividades práticas, demonstrações, experimentos, enfim, qualquer ferramenta que tirasse as aulas do senso comum.

A partir dessas propostas, foi realizada uma análise do calendário escolar dos alunos, para saber quantas aulas seria possível encaixar no cronograma deles sem nenhum prejuízo aos compromissos que eles já tinham, como por exemplo, sem marcar aulas em semanas de provas. Até o dia em que eles entrariam de férias, foi possível marcar dez aulas, número este que permitiu que se distribuísse bem o conteúdo pensado para o Clube, além de possibilitar algumas atividades extras, como um encontro em que seria discutido apenas temas que os alunos apresentassem alguma curiosidade prévia, ou seja, temas que os alunos trouxessem para a sala de aula porque em algum momento já tinham tido algum contato, mas que ainda lhes causasse interesse.



Encontros	Data	Conteúdos
1	17/03/2017	Introdução ao Clube e Escalas do Sistema Solar e do Universo
2	24/03/2017	Sistemas de Coordenadas e Movimento Diurno dos Astros
3	31/03/2017	Movimentos Terrestres e Estações do Ano
4	07/04/2017	Fases da Lua e Eclipses
5	05/05/2017	Sistema Solar, Leis de Kepler e Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico
6	26/05/2017	Estrelas
7	09/06/2017	Galáxias, Universo em Grande Escala e Big Bang
8	30/06/2017	Lista de Exercícios
9	07/07/2017	Aula de Curiosidades
10	14/07/2017	Stellarium

Tabela 1: Datas e conteúdos dos encontros da primeira edição do Clube de Astronomia.

Para organizar a segunda edição do Clube, alguns fatores foram levados em consideração. Em primeiro lugar, a própria experiência da estudante como professora e idealizadora do projeto: ela percebeu que em algumas aulas sobrava tempo, enquanto em outras faltava; percebeu que alguns detalhes do conteúdo não dominava por completo a ponto de poder explicar com clareza para os alunos. Em segundo lugar, um questionário feito com os alunos após o término da primeira edição permitiu entender do que eles tinham gostado, e o que eles achavam que podia ser melhor.

Além disso, o segundo semestre no colégio em que o Clube foi desenvolvido era menor do que o primeiro: as provas finais começavam na primeira semana de novembro, e por conta disso, o Clube deveria acabar antes dessa data. Dessa forma, em vez das dez aulas que foram possíveis encaixar no calendário do colégio no primeiro semestre, no segundo havia datas para apenas sete aulas, então algumas das atividades previstas para a primeira edição do Clube precisaram ficar de fora da segunda edição. Mesmo assim, nenhum conteúdo deixou de ser visto, o que foi retirado do cronograma foram algumas aulas em que os alunos tinham mais autonomia para escolher o assunto tratado e aquelas em que muito tempo era destinado a conversa e discussões.

Encontros	Data	Conteúdos
1	30/08/2017	Introdução ao Clube, Escalas do Sistema Solar e do Universo, Sistemas de Coordenadas e Movimento Diurno dos Astros
2	06/09/2017	Movimentos Terrestres e Estações do Ano
3	27/09/2017	Fases da Lua e Eclipses
4	11/10/2017	Sistema Solar, Leis de Kepler e Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico
5	18/10/2017	Estrelas
6	25/10/2017	Galáxias, Universo em Grande Escala e Big Bang
7	01/11/2017	Lista de Exercícios e Stellarium

Tabela 2: Datas e conteúdos dos encontros da segunda edição do Clube de Astronomia.

O capítulo a seguir é destinado a relatar quando cada encontro ocorreu, quais assuntos foram trabalhados em cada um e de que maneira os temas foram estruturados e explicados. Além disso, está descrito se houve algum imprevisto, algumas observações que a autora do projeto pode fazer durante as aulas e algumas das reações dos alunos frente às atividades propostas.

## **5 Aplicação do Projeto**

As aulas, no geral, consistiram em uma apresentação dos conteúdos em slides, visto que em Astronomia é necessário mostrar muitas imagens, inviabilizando uma aula tradicional no quadro. Além disso, houve um esforço para que em todas elas fosse inserida alguma atividade que fugisse de uma aula comum: atividades práticas, experimentos de demonstração, vídeos, softwares de computador, etc.

Da primeira para a segunda edição do Clube, esse formato não sofreu muitas alterações. O que será possível ver nesse capítulo é que da primeira edição para a segunda, como era um projeto piloto, vários detalhes precisaram ser aperfeiçoados, tais como o tempo de duração de cada aula, o entendimento da autora sobre alguns pontos do conteúdo e a inserção de mais atividades práticas.

### **5.1 Primeira Edição**

A primeira edição do Clube começou com sete alunos. A turma era bastante heterogênea, visto que era composta por um aluno do primeiro ano, três alunos do segundo e três do terceiro. Desses alunos, três eram meninos e quatro eram meninas. Ao longo do curso, dois alunos pararam de frequentar as aulas (uma menina do segundo ano e um menino do terceiro). Ambos alegaram falta de tempo para se dedicar às provas e trabalhos do colégio.

#### **Encontro 1 - Introdução ao Clube e Escalas do Sistema Solar e do Universo**

O primeiro encontro do Clube ocorreu no dia 17/03/2017, e a ideia dessa aula era que fosse mais uma conversa com os alunos, para entender quais as expectativas deles com as aulas, que assuntos eles gostariam de estudar, o que eles já sabiam sobre Astronomia, que tipo de aulas eles gostariam de ter, etc. A intenção, nesse encontro, era deixar os alunos bem à vontade para que eles realmente falassem tudo isso de forma muito sincera, pois a partir dessa conversa, alguns itens poderiam ser alterados nas próximas aulas, a fim de que o Clube ficasse o mais interessante possível para eles. Sendo assim, a aula começou com os alunos sentando em uma roda - para tirar o aspecto de sala de aula - e foram abordados alguns assuntos diversos antes de entrar no tema Astronomia de fato. Assim, a aula não ficaria com o ar de uma aula tradicional.

Quando a conversa ingressou na temática do Clube, a primeira coisa que foi perguntada aos alunos foi por que eles decidiram participar desse projeto. A resposta que foi obtida, na grande maioria, era a já esperada: curiosidade. Astronomia é um tópico que atrai a curiosidade de muita gente, mas infelizmente é pouco tratado tanto nas escolas, como na grande mídia. Então o Clube era a oportunidade que muitos enxergaram de finalmente entender um pouco mais sobre aquilo que eles já demonstravam algum interesse, mas não sabiam onde buscar informação.

Após isso, foram feitas várias perguntas sobre diversos conteúdos de Astronomia - todos eles seriam tratados durante o Clube - mas o objetivo era saber o quanto dos assuntos eles já sabiam, ou tinham pelo menos uma ideia. Nessa atividade, ficou bem claro que aquilo que eles tinham conhecimento era basicamente o que se ensina na disciplina de Geografia - como por exemplo estações do ano, fases da Lua, quais os planetas do Sistema Solar. Excetuando isso, quase nenhum conteúdo perguntado era de conhecimento dos alunos. Por um lado isso era bom, pois tornaria o Clube interessante para os alunos, mas por outro era lastimável saber que a grande maioria dos alunos do Ensino Médio saem dos colégios sabendo quase nada sobre o Universo em que eles vivem.

A discussão subsequente girou em torno de temas que os alunos gostariam que fossem tratados no Clube. Todos, ou quase todos, os assuntos sugeridos seriam estudados na penúltima aula, que foi chamada de "Aula de Curiosidades". A ideia por trás dessa aula era a seguinte: o Clube não se realizaria por completo se algum aluno começasse a frequentá-lo já com alguns interesses ou questionamentos acerca de algum tópico específico, e ao fim do curso, ele continuasse com essas questões. Então esse seria o espaço que eles teriam para tirar todas as dúvidas que eles tinham previamente. Surgiu uma gama muito vasta de assuntos, desde os mais tradicionalmente questionados - como vida fora da Terra - até alguns que eu nem imaginava que eles já tinham ouvido falar - como espectroscopia. Também surgiram assuntos mais intrigantes - como Teoria da Relatividade e buracos negros - e aqueles que nem fazem parte da ciência - como astrologia e ETs.

Por fim, a última atividade dessa aula era, na verdade, dividida em duas, mas ambas com o mesmo objetivo: mostrar como é difícil ter ideia de como o Universo é grande. Primeiro foi exibido um vídeo para os alunos que mostra o Universo em escala, partindo de distâncias da ordem

de metros, até chegar a distâncias que cobrem o Universo inteiro (link nos apêndices). Depois, foi realizada uma atividade prática, em que os alunos desenhavam, em escala de distância ao Sol, os oito planetas do Sistema Solar mais Plutão (Apêndice - Páginas 51 a 57).

## **Encontro 2 - Sistemas de Coordenadas e Movimento Diurno dos Astros**

O segundo encontro do Clube aconteceu no dia 24/03/2017, e o tema era sistemas de coordenadas celestes e movimento diurno dos astros. Esses conteúdos, principalmente a parte de coordenadas, não foram escolhidos para ingressar o cronograma do Clube por eles em si, mas sim porque eles seriam importantes em aulas posteriores, como a das estações do ano, a das fases da Lua e a do Stellarium.

A aula consistiu, então, numa apresentação de slides que mostrava conceitos importantes, tais quais esfera celeste, zênite, meridiano local, horizonte, etc. Depois, foram explicados os dois sistemas de coordenadas celestes mais comuns, o azimutal e o equatorial, como eles são construídos e quais suas vantagens e desvantagens. Por último, foi descrito como se dá os movimentos do astros no céu e por que se movem de tal maneira, além de explicar como a mudança de latitude e de época do ano influencia no movimento diurno.

Os minutos finais foram dedicados para demonstrar com mais calma por que ocorre o fenômeno do Sol da meia noite, já que é um evento que a maioria das pessoas nunca vivenciou e que é difícil de imaginar. Para isso, foi utilizado um desenho simples da Terra com a linha do equador, os trópicos e os círculos polares para mostrar em que regiões da Terra esse fenômeno acontece, e quanto tempo dura.

## **Encontro 3 - Movimentos Terrestres e Estações do Ano**

O terceiro encontro ocorreu no dia 31/03/2017, e os conteúdos vistos nesse dia foram os principais movimentos terrestres (translação e rotação), solstícios e equinócios e por que ocorrem as estações do ano. Como citado no tópico anterior, nessa aula era muito importante que os alunos tivessem conhecimento sobre coordenadas celestes e o movimento dos astros no céu (nesse caso, o Sol), pois sem esse entendimento os alunos apenas aceitariam o que lhes fosse explicado, sem entender por que de fato esses eventos ocorrem.

Essa aula novamente foi iniciada com a explicação dos conceitos com o uso de slides, mas nesse dia foi utilizado também um globo terrestre para facilitar a demonstração dos movimentos da Terra. Para a parte de solstícios e equinócios, além do globo, também foi usada uma lanterna de celular para mostrar como a incidência de radiação solar em uma mesma localidade varia durante o ano. Por último, na parte de estações do ano, foram aproveitados alguns gráficos dos hipertextos disponíveis em *astro.if.ufrgs.br* que demonstram as diferenças de azimute e altura do Sol, e duração do dia entre os meses do ano para Porto Alegre. Entretanto, para as estações do ano, tudo ficaria mais claro na aula do Stellarium, cujo objetivo seria justamente mostrar os efeitos das estações do ano, e da latitude do observador, nas variações de duração do dia e da noite percebidas ao longo do ano.

O final da aula foi reservado para que fossem resolvidos alguns exercícios retirados de provas antigas da Olimpíada Brasileira de Astronomia, já que participar da OBA foi a primeira ideia que surgiu para o Clube. Resolver esses exercícios tinha como objetivo principal, claro, avaliar se os alunos realmente entenderam o que foi passado na aula, ou se algum ponto estava mais nebuloso. Entretanto, além disso, tinha como finalidade mostrar para eles que as provas da Olimpíada não são difíceis, e que se surgisse o interesse de participar em uma outra oportunidade, seria bem plausível eles obterem sucesso.

#### **Encontro 4 - Fases da Lua e Eclipses**

O quarto encontro foi realizada no dia 07/04/2017, e os temas foram aqueles que envolvem o satélite natural da Terra: fases da Lua e eclipses. Assim como a aula anterior, que tratou sobre estações do ano, essa aula também não seria de grandes novidades para os alunos, já que esses são temas vistos na disciplina de Geografia. Portanto, a ideia dessa aula era mostrar uma visão mais física, não tratando apenas do que são esses fenômenos, mas sim como eles ocorrem e, principalmente, por quê.

Essa aula, assim como as outras, baseou-se numa apresentação de slides, mas também no uso de um globo terrestre para demonstrar tanto as fases da Lua como os eclipses. Entretanto, para fugir de uma aula em que fosse falado sobre assuntos que os alunos já sabiam, o foco foi em alguns detalhes desses fenômenos que normalmente não são debatidos - como por exemplo a inclinação do plano da órbita da Lua com relação ao plano da órbita da Terra, possibilitando

eclipses apenas algumas vezes no ano, e a rotação sincronizada da Lua ao redor da Terra - para que a aula não fosse meramente uma repetição das aulas de Geografia.

Nesse encontro, todos os tópicos planejados para serem discutidos nessa aula o foram em menos tempo que o tempo da aula, de duas horas. Por conta disso, essa seria uma aula que mereceria um melhor planejamento quando a segunda edição do Clube fosse estruturada, para que as duas horas da aula pudessem ser, de fato, utilizadas por completo.

### **Encontro 5 - Sistema Solar, Leis de Kepler e Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico**

O quinto encontro aconteceu no dia 05/05/2017, e os assuntos eram o Sistema Solar - Sol, planetas, planetas-anões, asteroides, cometas - as leis de Kepler e os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Essa era uma aula muito esperada porque, finalmente, o objeto de estudo passaria a ser algo que não está diretamente relacionado com o céu e a influência que ele tem no dia-a-dia das pessoas.

Essa aula foi um pouco diferente das outras, porque para explicar as características do Sol e de cada planeta não foi utilizado slides, como estava sendo usado em quase todas as aulas até então, mas sim foi empregado o site Solar System Scope (link nos apêndices). Essa escolha foi feita pensando em alguns fatores: o primeiro deles era, como sempre, tornar a aula mais dinâmica e com algum diferencial, para manter os alunos interessados; o segundo era a dificuldade e o trabalho que haveria para selecionar quais informações seriam interessantes passar para os alunos, visto que hoje já há conhecimento sobre inúmeras características de cada um dos planetas do Sistema Solar, e decidir quais mereciam destaque e quais não com certeza não seria tarefa fácil. Além de tudo isso, o site ainda tem um design muito bonito, o que ajuda a estimular o aprendizado.

Usando esse site, então, a aula iniciou com explicações sobre as características do Sol (não muitas, já que a ideia era deixar pra falar mais sobre ele na aula sobre estrelas) e depois sobre as dos planetas, começando pelos mais internos e depois passando pelos mais externos. Quando o assunto era algum planeta que possui satélites, também eram despendidos alguns minutos para falar sobre eles. Em conjunto com o Solar System Scope, eram apresentadas algumas imagens na internet para complementar certas informações contidas no site.

Então, aconteceu algo fora do planejamento: faltou tempo. Quando foi encerrada a parte da explicação sobre as características dos planetas, acabou o horário da aula. Todos os outros assuntos idealizados para a segunda parte da explicação não tiveram tempo de ser debatidos. Infelizmente foi necessário disponibilizar os slides que falavam sobre os outros corpos do Sistema Solar, as leis de Kepler e os modelos geocêntrico e heliocêntrico para os alunos lerem sozinhos em casa e, caso houvesse dúvidas, eles fizessem perguntas. Em decorrência desse imprevisto, algumas coisas foram alteradas nos slides, deixando-os mais detalhados e claros, para facilitar o entendimento por parte dos alunos. Em função desse acontecimento, essa seria uma aula que mereceria atenção extra na hora de realizar os ajustes para a segunda edição do Clube, pois seria fundamental mais tempo para poder falar sobre todos os tópicos dentro do horário da aula.

### **Encontro 6 - Estrelas**

O sexto encontro do Clube aconteceu no dia 26/05/2017, e era uma das aulas mais esperadas pelos alunos: algumas vezes durante as aulas anteriores determinados assuntos sobre estrelas eram citados (sobre como elas produzem energia, ou sobre como elas morrem), mas sempre deixados para serem discutidos na aula sobre estrelas, o que, involuntariamente, criou uma expectativa sobre essa aula. Além disso, é um dos temas do Clube que eu acho mais interessantes, e isso pode ter influenciado um pouco na curiosidade deles.

O mais trabalhoso para montar essa aula foi pensar em uma maneira de explicar tudo em detalhes, mas sem uma carga de física e matemática. Dessa forma, algumas justificativas eram um pouco frágeis, mas era o jeito de explicar algo tão complexo como evolução estelar para alunos do Ensino Médio. Sendo assim, tentando eliminar o máximo possível essas complicações, a aula se deu quase por completo em uma apresentação de slides, em que foi explicado o que é uma estrela, como elas se formam, como elas produzem energia, quais são as fases da vida delas, como elas morrem, etc. Além disso, foi falado também sobre espectroscopia, para que os alunos soubessem como é viável os estudos sobre objetos que estão tão longe da Terra, e que por isso não é possível "coletar amostras", mas que mesmo assim é viável descobrir muitas características deles.

Para comprovar isso, foram levados para a aula espectroscópios (Figura 1) do Programa



de Extensão Observatório Educativo Itinerante do Departamento de Astronomia da UFRGS, emprestados pela Prof. Daniela Pavani para que fosse possível visualizar, de forma simples, como a obtenção dos espectros de um objeto pode dar informações sobre ele. O que foi feito, basicamente, foi apontá-lo para as lâmpadas da sala, e constatar que surgiam três linhas muito brilhantes sobre o contínuo (Figura 2). No próprio espectroscópio, havia uma tabela com a posição de várias linhas e a quais elementos químicos elas estavam associadas (Figura 1). Buscando nessa tabela as linhas que foram observadas olhando para as lâmpadas, algumas linhas do mercúrio foram identificadas, o que indicava que essas lâmpadas continham esse elemento.

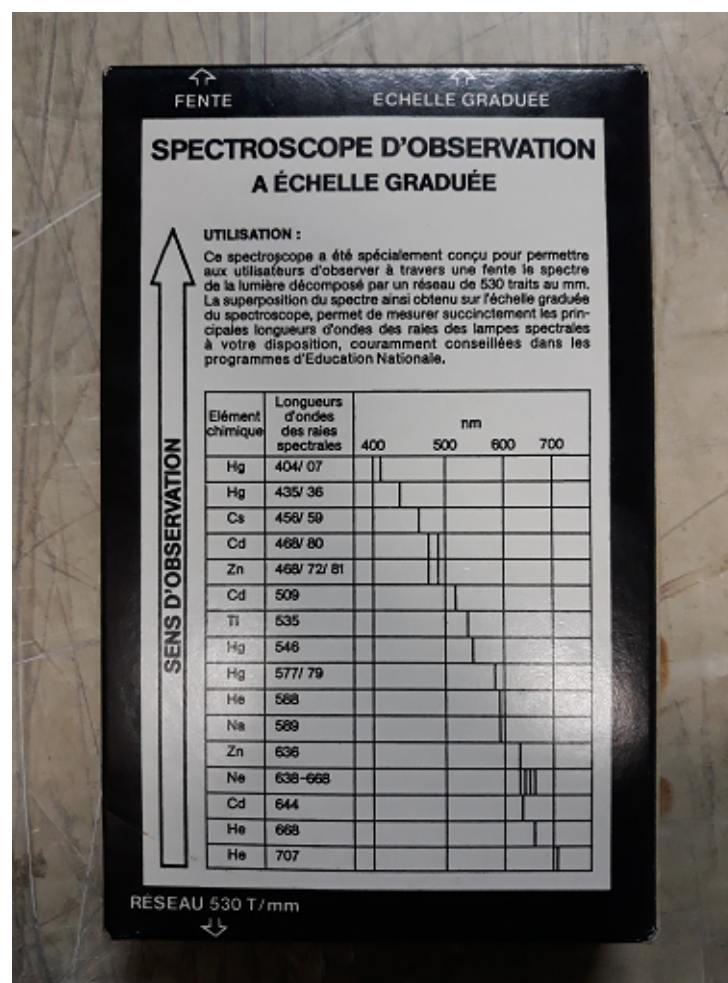


Figura 1: Espectroscópio



Figura 2: Espectroscópio - Parte Interna

### **Encontro 7 - Galáxias, Universo em Grande Escala e Big Bang**

O sétimo encontro ocorreu no dia 09/06/2017 e os tópicos eram as maiores estruturas do Cosmos: galáxias, aglomerados de galáxias, matéria escura e a evolução do Universo. Essa aula foi mais "tradicional", pois não havia nenhum experimento que fosse, de fato, acrescentar algo ao aprendizado (surgiu a ideia de usar um balão para exemplificar a Lei de Hubble, mas foi desconsiderada essa proposta por não ser algo extremamente útil, visto que seria mostrado um gif que representaria a mesma coisa), então a aula ficou concentrada nos slides.

Os conteúdos trabalhados com os alunos nessa aula foram: como foi descoberto que o Sistema Solar está localizado dentro de uma galáxia, e que essa é apenas uma dentre uma infinidade de outras galáxias; como podemos classificá-las e quais as características de cada tipo; como surgiu a ideia da matéria escura; como as galáxias interagem entre si; como foi descoberta a expansão do Universo e de que forma isso levou à teoria do Big Bang; como a evolução do Universo se deu, segundo essa teoria.

Foi dada uma maior atenção a essa última parte, que fala sobre a expansão do Universo e sobre o Big Bang, porque acredito que seja o tema dessa aula que mais desperta curiosidade nos alunos. Foi explicado como Hubble descobriu que as galáxias estão se afastando umas das outras, além de outros motivos que levaram a formulação dessa teoria de evolução do Universo, tal como o paradoxo de Olbers. Foi usada, então, uma tabela encontrada em

<http://astro.if.ufrgs.br/univ/univ.htm#bigbang> para mostrar a cronologia do Big Bang, e como tudo ocorreu muito rapidamente no começo do Universo.

### **Encontro 8 - Lista de Exercícios**

O oitavo encontro do Clube aconteceu no dia 30/06/2017, e serviu como uma revisão de tudo o que havia sido estudado durante o curso. A ideia inicial, considerada lá na concepção do Clube, era de que essa lista de exercícios servisse como uma "prova", não para dar notas para os alunos, e sim para mostrar se eles tinham aprendido alguma coisa ao longo das aulas.

Entretanto, o objetivo mudou ao longo do semestre, o que acarretou numa mudança também no modo como essa lista de exercícios foi aplicada. O propósito não deveria ser "medir" o quanto os alunos aprenderam, e sim garantir que eles aprendessem, mesmo que isso acontecesse um tempo depois do que o esperado. Então as mudanças na aplicação dessa atividade ocorreram nesse sentido: a resolução poderia ser em grupo, em vez de ser individual, como seria originalmente, e eles também teriam o tempo que fosse necessário para que a respondessem por completo. A ideia de ser em grupo surgiu para que eles pudessem discutir entre si quando ocorresse alguma dúvida, o que pode auxiliar e muito no aprendizado dos alunos, e também para que não ficasse uma pressão sobre eles de que uns se saíam melhores do que os outros.

A atividade basicamente era um texto que resumia tudo o que foi visto durante o Clube, mas com palavras faltando, as quais deveriam ser completadas por eles (Apêndice - páginas 47 e 48). Com isso eles poderiam lembrar assuntos que foram tratados nas primeiras aulas e que possivelmente eles não lembrassem, e também perceber possíveis dúvidas que havia ficado pra trás. Depois que eles terminaram de resolver, foi realizada a correção da lista com eles, e foi possível perceber que eles responderam corretamente quase todas as questões, e as poucas que eles erraram, com um pouquinho de discussão eles já se lembraram.

Essa lista de exercícios também foi útil para trazer à tona algumas outras discussões que não aconteceram durante o Clube, como por exemplo o motivo para Plutão ter sido reclassificado como planeta-anão (essa discussão deveria ter ocorrido na aula sobre Sistema Solar, mas como explicado naquela seção, faltou tempo), além de outras dúvidas que surgiram ao longo da correção.

## **Encontro 9 - Aula de Curiosidades**

O penúltimo encontro do Clube ocorreu no dia 07/07/2017, e a ideia era usar o tempo da aula para discutir todos os assuntos (ou todos aqueles que o tempo permitisse) que os alunos tinham curiosidade, dúvida ou interesse antes do Clube. Para isso, as informações já perguntadas a eles lá na primeira aula do curso se uniram com aquelas que eles foram citando ao longo do semestre.

Uma das coisas que mais geraram perguntas foi o filme *Interestelar*, a respeito de várias situações que aparecem no filme, e que foram sobre, principalmente, o funcionamento dos buracos negros e as leis da Teoria da Relatividade de Einstein. Por isso, essa aula começou com a exibição do episódio 4 da nova versão da série *Cosmos*. Esse episódio fala justamente sobre como ainda não há conhecimento sobre quase nada a respeito da natureza dos buracos negros, mas mesmo assim é possível estudar como eles influenciam o meio ao seu redor, que é o que acontece no filme (dilatação temporal).

A partir desse episódio, foi discutido mais a fundo com eles o que já se sabe e o que ainda não se compreende sobre buracos negros, e também foi explicado de forma simples como Einstein formulou a Teoria da Relatividade Restrita, e depois a Geral, além dos fenômenos físicos que são descritos por essa teoria e que normalmente as pessoas não têm conhecimento, já que as condições para que se perceba a sua influência não acontecem no dia-a-dia.

## **Encontro 10 - Stellarium**

O último encontro do Clube, que aconteceu no dia 14/07/2017, foi uma aula no laboratório de informática, para que os alunos pudessem trabalhar com o programa Stellarium. Esse programa é um simulador do céu, que mostra a posição dos astros dependendo da localização do observador, do dia e da hora. A ideia de fazer essa atividade com eles surgiu pois eu, na época da concepção do Clube, era monitora das atividades práticas da cadeira *Explorando o Universo: dos quarks aos quasares*, do Departamento de Astronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e essa mesma atividade era realizada com os alunos dessa cadeira.

A atividade consistia em preencher um relatório, com base nas informações fornecidas pelo Stellarium, cujo objetivo era mostrar os efeitos das estações do ano na posição do Sol no céu ao longo do ano, na duração do dia e da noite, além de mostrar as diferenças quando se mudava a

localidade (latitudes mais ou menos elevadas, e hemisférios norte e sul). Na prática, eram feitas as mesmas medidas no solstício de verão e depois no de inverno para identificar claramente as diferenças nas duas épocas do ano (Apêndice - páginas 49 e 50).

Normalmente os alunos já sabem que no verão o dia dura mais que a noite, e no inverno é ao contrário. Eles vivenciam isso todos os anos. Entretanto, duas coisas que eles não se dão conta é quantas horas de diferença nós temos na duração do dia durante o verão e o inverno, e também qual a influência que o lugar da Terra em que o observador está muda isso. E é nessa segunda questão que eles mais se surpreendiam: a atividade pedia para que eles fizessem as medidas para Porto Alegre, e depois fazer tudo de novo para Copenhagen, na Dinamarca, que além de ser no hemisfério norte, tem uma latitude bem mais extrema que Porto Alegre. Os resultados mostraram que, em Copenhagen, a diferença de horas entre dia e noite nos solstícios é bem maior do que em Porto Alegre, algo que foi percebido que não era esperado pelos alunos.

A conclusão que foi tirada disso é que a surpresa por parte dos alunos acontecia, certamente, porque eles nunca tinham parado para pensar sobre o assunto, e provavelmente nenhum professor nunca estimulou essa discussão. E é esse um dos motivos que serviu de incentivo a criar o Clube de Astronomia: tratar com os alunos sobre temas que, possivelmente, eles não teriam oportunidade de estudar se não fosse essa série de aulas.

## **5.2 Segunda Edição**

A segunda edição do Clube de Astronomia serviu como um aperfeiçoamento da primeira: tudo aquilo que não tivesse dado certo, ou que pudesse ser melhorado, foi alterado para o segundo semestre do ano. O primeiro fator que precisou ser modificado foi o número de encontros, já que no primeiro semestre havia dez dias, mas no segundo semestre só havia sete, o que fez o conteúdo do Clube ser comprimido em menos aulas. O segundo fator foi a duração dos encontros, já que em alguns deles sobrou tempo, e em outros faltou; sendo assim, se fazia necessário redistribuir os temas das aulas para que todas elas fechassem com a duração do encontro, que era de duas horas.

Essa edição começou com três alunos. Essa turma, ao contrário da primeira, era muito mais homogênea, visto que era composta por três meninas, todas do primeiro ano. Ao longo do

curso, uma delas parou de frequentar as aulas, mas não foi possível descobrir qual o motivo da desistência.

### **Encontro 1 - Introdução ao Clube, Escalas do Sistema Solar e do Universo, Sistemas de Coordenadas e Movimento Diurno dos Astros**

O primeiro encontro do Clube aconteceu no dia 30/08/2017, e nessa edição foi basicamente uma união das duas primeiras aulas da primeira edição. Como agora aconteceu duas aulas em uma, toda a discussão que ocorreu na primeira edição não foi possível nessa. Nesse encontro a conversa precisou ser muito mais rápida e concisa. Apesar disso, tudo o que precisava ser discutido para que se tirasse as conclusões necessárias, foi.

Depois disso, foram realizadas as mesmas atividades que na primeira edição para evidenciar o desconhecimento sobre o tamanho do Universo e do Sistema Solar: primeiro a exibição de um vídeo sobre as escalas do Universo (link nos apêndices), e depois uma atividade prática que mostra, em escala, a distância entre os planetas do Sistema Solar (Apêndice - páginas 51 a 57).

Por fim, foram apresentados os slides sobre sistemas de coordenadas e movimento diurno dos astros, e essa parte a aula foi bem semelhante à da primeira edição, inclusive a que foi explicado, no final, como e por que ocorre o fenômeno do Sol da Meia Noite.

### **Encontro 2 - Movimentos Terrestres e Estações do Ano**

O segundo encontro do Clube aconteceu no dia 06/09/2017, e foi sobre os movimentos terrestres e as consequências deles. Essa aula foi bastante semelhante à do primeiro semestre, visto que o conteúdo foi o mesmo - não foi preciso uní-la com outra, como aconteceu na primeira aula - e também não havia sobrado nem faltado tempo na aula da primeira edição, então nenhuma mudança significativa precisou ser feita.

Então, resumidamente, essa aula consistiu na apresentação dos tópicos na forma de slides, associando com a demonstração dos fenômenos com o uso de um globo terrestre. No final, a aula foi encerrada com a resolução das questões selecionadas de provas antigas da Olimpíada Brasileira de Astronomia.

### **Encontro 3 - Fases da Lua e Eclipses**

O terceiro encontro do Clube ocorreu no dia 27/09/2017, e os temas tratados nele foram as fases da Lua e os eclipses. Essa aula foi uma das que precisaram sofrer algum tipo de alteração da primeira edição para a segunda. Essa mudança foi necessária visto que, no primeiro semestre, sobrou muito tempo de aula, então era necessário ocupá-lo. E, felizmente, foi encontrada uma atividade muito interessante para fazer com os alunos e preencher esse tempo.

A primeira parte da aula foi basicamente igual, com a apresentação de slides com os mesmos conteúdos que foram apresentados no primeiro semestre, em que eu falo um pouco sobre as propriedades da Lua, como ela se formou, porque temos as fases da Lua, e quais são as características de cada uma delas, quais são os tipos de eclipses, e em quais condições eles acontecem.

A diferença dessa aula para a da primeira edição foi a demonstração feita ao final da aula. No primeiro semestre foi realizada uma demonstração improvisada, usando dois globos, um maior (Terra) e outro menor (Lua), além da lanterna do celular (Sol). Já no segundo semestre, foi emprestado pela Prof. Daniela Pavani dois materiais de demonstração, um para as fases da Lua, e um para os eclipses. O das fases da Lua são do Programa de Extensão Observatório Educativo Itinerante do Departamento de Astronomia da UFRGS, e o dos eclipses é do Planetário da UFRGS, construído pelo servidor Pedro Sobragil.

O material sobre as fases da lua (Figura 3) consistia em uma caixa fechada, apenas com uma abertura em cada uma das laterais, totalizando quatro aberturas, as quais podiam estar cobertas ou não; essas aberturas serviam para que se pudesse observar o que acontecia dentro da caixa. Na parte interna (Figura 4), havia uma bolinha de isopor, que representava a Lua, e um led, que iluminava a bolinha e fazia o papel do Sol. A "Lua" estava posicionada bem no centro da caixa, enquanto o "Sol" ficava preso em uma das laterais da caixa; dessa forma, a face da Lua voltada para o Sol ficava iluminada, enquanto que a outra face, não.

Então, ao olhar por uma determinada abertura nas laterais da caixa, era possível enxergar uma determinada parcela da face da Lua iluminada, e ao mudar de abertura, essa parcela iluminada também mudava. Como essa era apenas uma demonstração simplista do fenômeno, alguns detalhes precisavam ser observados: o primeiro era o fato de que, na atividade, os observadores

que se moviam, enquanto na realidade quem se move é a Lua; o segundo é a face da Lua que fica voltada para o observador, que no exercício mudava, enquanto na realidade ela é sempre a mesma, devido à rotação sincronizada.



Figura 3: Simulador de Fases da Lua

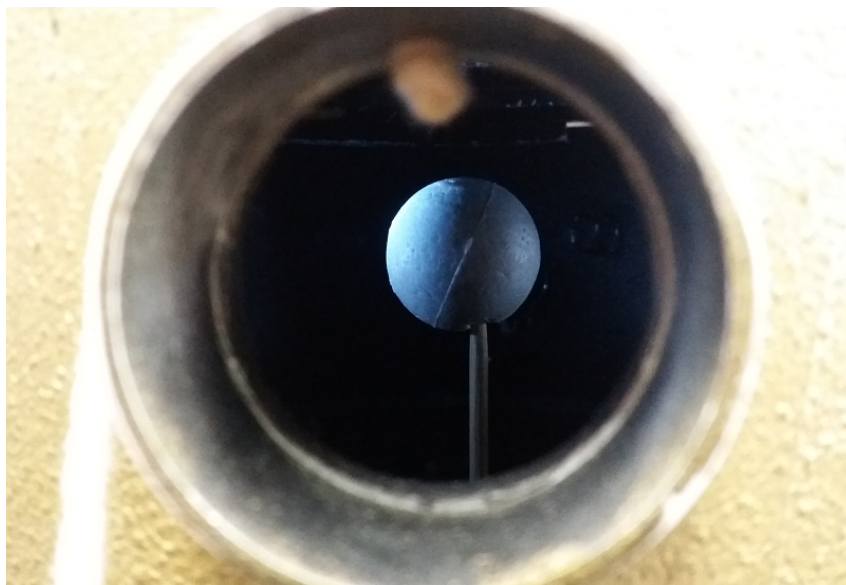


Figura 4: Simulador de Fases da Lua - Visão Interna

O material para a demonstração dos eclipses solares também era uma caixa (Figura 5), em



que dentro havia uma lâmpada para representar o Sol, e uma bolinha na frente dessa lâmpada para representar a Lua. Nesse material, a caixa só tinha aberturas em uma das laterais, mas eram várias pequenas aberturas, uma ao lado da outra. Além disso, a "Lua" era presa a uma haste que saía da caixa e permitia que os observadores posicionassem a Lua mais próxima ou mais afastada deles.

A observação consistia, então, em ligar a lâmpada dentro da caixa, e observar os eclipses pelas diversas aberturas da caixa, para perceber as diferenças entre eles. Olhando na abertura central, que ficava alinhada com a "Lua" e o "Sol", era possível ver um eclipse solar total (Figura 6), e mudando a posição da Lua para que ela ficasse mais afastada do observador, se via um eclipse solar anular (Figura 7). Já ao observar pelas outras aberturas, era possível ver eclipses solares parciais (Figura 8), com diferentes frações do Sol cobertas, até que nas aberturas mais afastadas do centro nem era mais possível observar o eclipse.



Figura 5: Simulador de Eclipses Solares

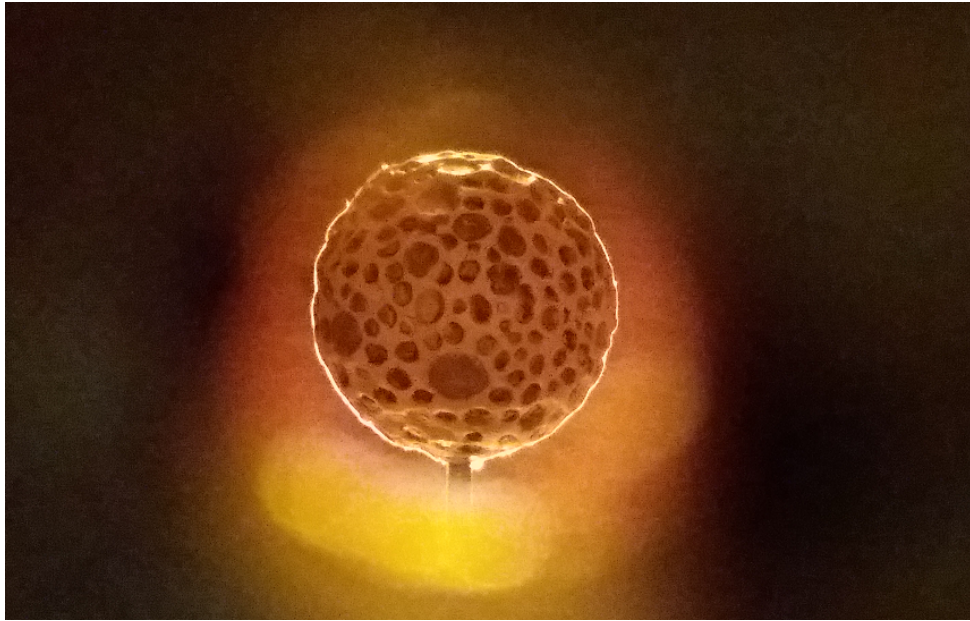


Figura 6: Simulador de Eclipses Solares - Eclipse Total



Figura 7: Simulador de Eclipses Solares - Eclipse Anular



Figura 8: Simulador de Eclipses Solares - Eclipse Parcial

#### **Encontro 4 - Sistema Solar, Leis de Kepler e Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico**

O quarto encontro do Clube ocorreu no dia 11/10/2017, e os temas foram o Sistema Solar, as Leis de Kepler e os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Essa foi outra aula que apresentou problema de tempo, mas nessa, ao contrário da aula sobre a Lua, faltou tempo. Então, era necessário tirar alguns conteúdos da aula, ou pelo menos passar mais rapidamente por eles; a segunda opção que foi escolhida.

Novamente o site Solar System Scope (link nos apêndices) foi utilizado para falar sobre o Sol e sobre os planetas do Sistema Solar, entretanto, diferentemente da primeira edição, foi dado bem menos destaque para alguns detalhes, principalmente sobre características não tão importantes dos planetas e sobre os satélites naturais. Concentrando as explicações nas propriedades mais importantes de cada corpo do Sistema Solar, foi possível falar sobre todos eles e ainda deixar tempo para explicar a segunda parte da aula, o que não aconteceu na primeira edição do Clube.

Nessa parte da aula também foi necessário não despendar muito tempo em alguns detalhes, e focar no mais importante - por exemplo, leis de Kepler era um assunto que os alunos já tinham aprendido nas aulas de Física, então foi possível passar mais rapidamente por esse tópico.

Essa aula precisava ser mais corrida mesmo, devido a grande quantidade de conteúdos, mas concentrando-se nos pontos principais, foi viável explicar tudo dentro das duas horas de aula.

### **Encontro 5 - Estrelas**

O quinto encontro do Clube aconteceu no dia 18/10/2017, e o tema principal era estrelas - formação, composição, produção energética e evolução - e espectroscopia. Essa aula foi bem semelhante à da primeira edição, visto que, naquele semestre, tudo correu bem e nada precisou ser modificado. Assim como na primeira edição, essa foi uma aula bem esperada pelos alunos, devido aos comentários que foram feitos durante as aulas anteriores. Esse interesse deles é bem importante, pois assim a aula fica mais dinâmica, com mais perguntas e mais interação dos alunos.

O encontro foi, então, dividido em duas partes. A primeira parte foi a exposição dos conteúdos em uma apresentação de slides; o começo da aula foi sobre como as estrelas se formam, qual a estrutura interna delas, como elas produzem energia, qual o caminho evolutivo que cada estrela segue, em função da sua massa. Depois de explicar como as estrelas "funcionam", foi mostrado para os alunos como as estrelas são estudadas e classificadas através da espectroscopia, como os espectros são produzidos, e como eles são utilizados para a pesquisa nessa área.

A segunda parte da aula foi a prática com os espectroscópios (Figuras 1 e 2). O exercício se baseava em observar a luz proveniente das lâmpadas da sala através do espectroscópio, e identificar quais linhas brilhantes (de emissão) apareciam sobre o contínuo. Depois disso, analisar a quais elementos da tabela periódica essas linhas correspondem. O objetivo dessa atividade era mostrar, de forma simplificada, como é feito o estudo da luz das estrelas (e de outros objetos astronômicos) e que informações é possível tirar com essa técnica.

### **Encontro 6 - Galáxias, Universo em Grande Escala e Big Bang**

O sexto encontro do Clube aconteceu no dia 25/10/2017, e os temas tratados foram galáxias, Universo em grande escala e Big Bang. Assim como a aula anterior, sobre estrelas, essa não precisou sofrer alterações com relação à aula da primeira edição, visto que o tempo foi suficiente para a explanação de todo o conteúdo.

Dessa forma, os assuntos trabalhados foram os mesmos do primeiro semestre: que indícios levaram a descoberta de que o Sistema Solar é apenas um sistema dentre uma infinidade de outras estrelas, e que a Via Láctea é apenas uma entre bilhões de outras galáxias; como classifica-se as galáxias e quais as características de cada um dos tipos morfológicos; como o estudo das galáxias levou a hipótese da existência da matéria escura; como as galáxias interagem entre si; como o Lei de Hubble mostrou que o Universo está se expandindo, e como isso e outras evidências levaram à teoria do Big Bang; como o Big Bang explica a evolução do Universo, de forma que esta concorde com as características do Universo atual.

### **Encontro 7 - Lista de Exercícios e Stellarium**

O sétimo e último encontro dessa edição do Clube ocorreu no dia 01/11/2017 e foi uma união de dois encontros da primeira edição: o encontro da lista de exercícios e o da prática no Stellarium. Isso se deu por dois motivos: o primeiro foi por falta de datas disponíveis no calendário do colégio para que essa edição do Clube tivesse mais aulas, então alguns encontros precisaram ser cortados do cronograma ou unidos com outros, e o segundo foi porque essas duas aulas, no primeiro semestre, não ocuparam o tempo total de duas horas, então unindo elas o tempo fecharia melhor.

A aula começou, então, com a resolução da lista de exercícios, que era a mesma aplicada na primeira edição: várias frases que resumiam o conteúdo visto durante o Clube, mas com palavras faltando, que deveriam ser completadas pelos alunos (Apêndice - páginas 47 e 48). Novamente, eles se saíram muito bem, com um ou outro detalhe que precisava ser corrigido, mas no geral eles lembraram de todos os tópicos trabalhados.

Depois de corrigida a lista, os alunos resolveram o relatório da atividade no Stellarium, que também era o mesmo da primeira edição (Apêndice - páginas 49 e 50). Essa atividade tinha como objetivo mostrar a diferença entre a duração do dia e da noite nos solstícios de verão e de inverno, e também como a latitude influencia nessa diferença. Como o Stellarium era um programa que os alunos nunca tiveram nenhum contato, essa atividade foi realizada com o acompanhamento da professora durante todo o tempo. Apesar desse prévio desconhecimento, eles também conseguiram trabalhar bem com as instruções dadas e com o aprendizado que eles tiveram durante o Clube.

Assim como no primeiro semestre, os alunos ficaram muito surpresos com a diferença de duração entre o dia e a noite na cidade com latitude mais extrema. Aproveitando isso, foi pedido que eles configurassem a localização do Stellarium para uma cidade de latitude superior a  $66^\circ$ , de forma que o Sol não se ponha ou não nasça pelo menos um dia no ano, para comprovar aquilo que havia sido estudado na aula sobre estações do ano.

## 6 Considerações finais

Desde o começo de 2015 a autora desse trabalho já dava aula, sendo monitora de física em uma escola particular de Porto Alegre e dando aula particular de física para alunos de diversas outras escolas da mesma cidade. Dessa forma, adquiriu uma primeira experiência com atividades didáticas e sala de aula. Entretanto, esse projeto foi muito diferente, pois todas as aulas desenvolvidas anteriormente por ela foram basicamente revisões de conteúdos. No caso do Clube de Astronomia, foram trabalhados assuntos que, no geral, os alunos ainda não tinham tido nenhum contato formal.

Foi nesse ponto que a estudante ficou tensa com o Clube: ele era um projeto totalmente autoral. Ela decidiu quais assuntos tratar, como tratar, em que ordem, com quais materiais, quais atividades faria, quanto tempo de aula precisaria. Resumindo, ela teve que pensar em tudo, o que nunca tinha acontecido antes. Além disso, a responsabilidade de ensinar os conteúdos também era 100% dela, já que como monitora, em algum momento de dúvida, ela sempre pode recorrer ao professor, e nesse caso não teria ninguém para quem perguntar. Mas o que seria da sua formação se, vez ou outra, não surgissem novos desafios pela frente?

Então ela encarou. Foi atrás de professores para conversar e trocar ideias, revisou aulas que teve na faculdade e pesquisou sobre assuntos que gostaria de falar, procurou atividades práticas factíveis com alunos de Ensino Médio. Todo esse processo de desenvolvimento do projeto foi deixando a criadora do projeto ansiosa para, de fato, começar o Clube e ver a reação dos alunos. Só quem já deu aula sabe que não há recompensa maior do que os olhos brilhando dos alunos, e o reconhecimento de poder ser útil e fazer alguma diferença na vida deles.

Durante o Clube, nas duas edições, era incrível ver o fascínio deles com os conteúdos apresentados, a vontade de saber mais, a ansiedade para que a próxima aula chegasse logo. Muitas vezes a professora ouviu que "física seria muito mais legal se a gente estudasse esses conteúdos", e ela se questionava, por que não se estuda esses conteúdos? Nem que seja como motivação para determinados assuntos, é possível sim inserir temas mais interessantes nos currículos escolares, basta os educadores quererem.

Foi com base em comentários desse tipo que a estudante conseguiu ir percebendo ao longo

do Clube que tipo de professora ela quer ser. Quer ser uma professora bem-humorada, que entende e escuta seus alunos. Quer ser uma professora que não apenas transmite informações, mas que consegue despertar a curiosidade deles. Quer ser uma professora que passa pela vida dos alunos e deixa algo de bom marcado neles, além dos conteúdos do currículo escolar. Quer ser uma professora de quem os alunos têm histórias boas para contar. Professor não é só uma pessoa que vai ajudar os alunos a terem boas notas, mas sim alguém com quem eles podem contar, nos momentos bons e, principalmente, nos momentos ruins. E se ela conseguir, ao longo da sua carreira como professora, ser uma amiga para os seus alunos, ela tem certeza que as suas aulas vão ser muito melhor aproveitadas por eles.

Ao final da duas edições do Clube, foi realizado um questionário anônimo com os alunos, com o objetivo de saber qual a experiência que eles tiveram no Clube e quais as opiniões deles a respeito do projeto e da estudante, como professora. Dentre as diversas perguntas, a última era um espaço aberto para eles falarem o que quisessem. Abaixo estão alguns dos comentários que mais encantaram a autora do projeto e que, com toda certeza, a motivam a seguir nessa profissão:

*Toda a experiência foi muito interessante e bacana! A sora sabe muito de Astronomia e soube explicar muito bem. Com certeza a imagem de Física que eu tinha antes do Clube mudou. Espero que o Clube continue na escola, pois é muito importante que conhecimentos fora da lista de conteúdos do Enem e do Vestibular sejam incentivados. Minha única sugestão é um horário melhor e que o Clube dure mais do que um semestre, sendo uma atividade extracurricular.*

*Sora, só tenho coisas boas pra falar de ti e do Clube! Eu adorei participar e pude aprender coisas que a escola nunca ensinaria, o que é uma pena. E mesmo estando muitas vezes cansada por causa das aulas da manhã, eu ia para o Clube e me divertia. Só posso agradecer por nos proporcionar essas momentos e espero que tu continue sendo essa pessoa e professora incrível!*



*Melhor grupo da vida!!! Confesso que não sabia praticamente nada sobre astronomia, mas com o grupo pude aprender muito sobre tudo.*

*O jeito da Sora de explicar é excelente, ela consegue dar vários exemplos até nós entendermos de fato o conteúdo. Foi uma experiência de muito aprendizado, e recomendo para todo mundo!!!*

É impossível não ficar feliz lendo esses relatos. Eles são a prova de que o trabalho deu resultados e que a estudante contribuiu, de alguma maneira, na formação dos alunos que participaram do Clube. Não necessariamente será um conteúdo que eles precisarão saber para passar no colégio ou para entrar em alguma faculdade, mas deixa a autora muito satisfeita em saber que, pelo menos durante as aulas, ela conseguiu despertar a curiosidade deles, e que pode mostrar para eles um pouquinho como o Universo em que eles vivem funciona.

Entretanto, como em qualquer projeto, não se pode considerar que absolutamente tudo deu certo. Por exemplo, a adesão de alunos às duas edições do Clube - em especial na segunda - foi baixa. Alguns comentários feitos por alunos que não participaram podem evidenciar por qual motivo isso ocorreu: os alunos em geral acham que física (e matérias relacionadas) é chato e difícil; o colégio onde o Clube se desenvolveu possui uma densidade de conteúdos muito grande, em todas as disciplinas, de forma que mais um compromisso na agenda dos alunos pode ter contribuído para que alguns não participassem do curso. Outro fator que pode ter sido decisivo, mas isso apenas no primeiro semestre, foi o horário do Clube: sextas-feiras, às 17h. Após uma semana inteira de muita dedicação ao colégio, muitos alunos se sentem cansados, e evitam atividades nesse horário.

Apesar disso, a experiência foi muito válida, visto que os alunos que participaram se empenharam em aprender, se dedicaram em todas as atividades propostas e buscaram conhecimentos novos em todas as aulas, inclusive propondo discussões. Por mais que não tenha havido um grande número de alunos, os que participaram fizeram do Clube uma prática muito produtiva. Com certeza a estudante levará para a sua futura carreira de professora as experiências, os ensinamentos e todo o aprendizado que adquiriu ao longo do Clube de Astronomia.

## 7 Referências

CANALLE, João Batista Garcia. OFICINA DE ASTRONOMIA. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

GONÇALVES, Marina. P.; STEFFANI, Maria. H.. Oficina Astronômica. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre: Instituto de Física - Ufrgs, v.26, n.5, 2015. 47 p.

MOREIRA, Marco. A.; MASSONI, Neusa. T.. Interfaces entre Teorias de Aprendizagem e Ensino de Ciências/Física. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre: Instituto de Física - Ufrgs, v.26, n.6, 2015. 42 p.

OSTERMANN, Fernanda.; CAVALCANTI, Cláudio. J. H.. Teorias de Aprendizagem. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2011. v.1. 58 p.

ROSADO, Ricardo M. M.; MOTA, Aline 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.

SANTIAGO, Basílio. Relatório de aula prática usando Stellarium. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/santiago/Explorando-relatorio-cref.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

SARAIVA, Maria de Fátima O.; AMADOR, Cláudio B.; KEMPER, Érico; GOULART, Paulo; MULLER, Angela.. As Fases da Lua numa Caixa de Papelão. Revista Latino-americana de Educação em Astronomia, n.4, p.9-26, 2007.

TREVISAN, Rute H.; LATTARI, Cleiton J. B.. Clube de Astronomia como Estímulo para a Formação de Professores de Ciências e Física: uma Proposta. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.17, n.1, p.101-106, abr. 2000.

## 8 Apêndices

A seguir, foram anexadas algumas das atividades realizadas com os alunos. São elas:

- Lista de Exercícios: páginas 47 e 48
- Relatório do Stellarium: páginas 49 e 50
- Atividade sobre escala de distância no Sistema Solar: páginas 51 a 57

Abaixo também encontra-se o link para consulta dos resultados do questionário anônimo promovido ao final das duas edições do Clube:

- Primeira edição: [https://docs.google.com/forms/d/1IhtimodakC6z64rSng9Ozwp-p49iNIOU-UI\\_r-KXEfY/viewanalytics](https://docs.google.com/forms/d/1IhtimodakC6z64rSng9Ozwp-p49iNIOU-UI_r-KXEfY/viewanalytics)
- Segunda edição: [https://docs.google.com/forms/d/1kotqQYVpOvUMEYLaMixkYlnRlcGmHY\\_H0ASYLAGrsKc/viewanalytics](https://docs.google.com/forms/d/1kotqQYVpOvUMEYLaMixkYlnRlcGmHY_H0ASYLAGrsKc/viewanalytics)

Link para o vídeo apresentado no primeiro encontro de cada uma das edições: <https://www.youtube.com/watch?v=0zR5mJIODEw>

Link para o Solar System Scope: <https://www.solarsystemscope.com/>

# Clube De Astronomia

Prof.: Bruna Schons

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

O sistema de coordenadas \_\_\_\_\_ é aquele que se baseia em dois ângulos, que chamamos de altura e azimute; já o sistema de coordenadas \_\_\_\_\_ é aquele que se baseia em outros dois ângulos, que chamamos de ascensão reta e declinação.

Os astros sempre se movem na esfera celeste de leste para oeste. Isso é reflexo do movimento de rotação da Terra, que é de \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_.

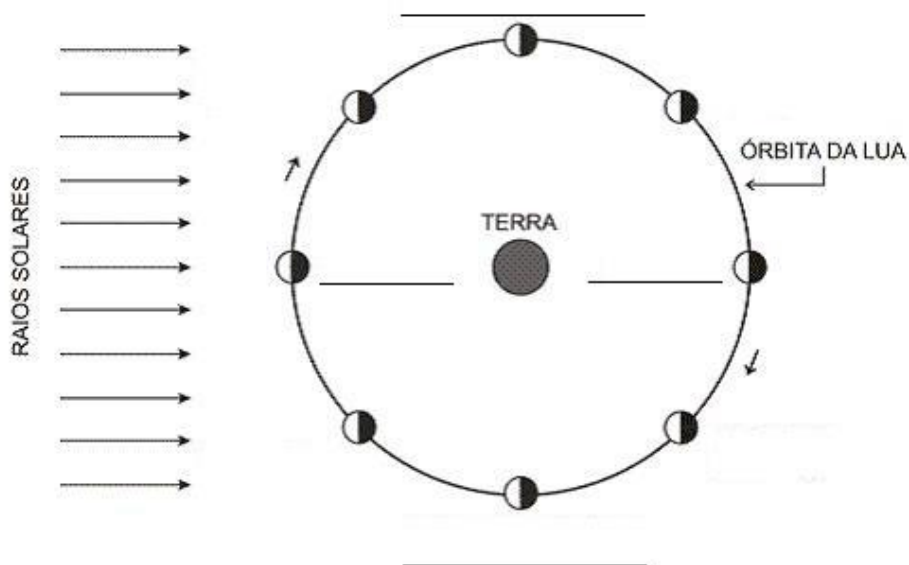
A Terra desenvolve, ao longo do ano, um movimento ao redor do Sol. Por causa disso, temos a impressão de que o Sol descreve uma trajetória ao redor da Terra. A essa trajetória damos o nome de \_\_\_\_\_.

Os dois principais movimentos da Terra são: o que ela descreve em torno do seu próprio eixo, e tem duração de 24h, que chamamos de \_\_\_\_\_; e o que ela descreve ao redor do Sol, e tem duração de um ano, que chamamos de \_\_\_\_\_.

As estações do ano ocorrem por dois motivos: o movimento de \_\_\_\_\_ da Terra e a \_\_\_\_\_ do eixo de rotação da Terra com relação ao plano orbital.

O solstício indica o começo das estações \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_; já o equinócio indica o começo das estações \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

Observando a posição da Lua em cada ponto, e as setas que indicam o sentido do movimento da Lua, complete com as fases correspondentes:



Temos dois tipos de eclipses: o \_\_\_\_\_, que ocorre quando a Lua faz sombra na Terra, e o \_\_\_\_\_, que ocorre quando a Terra faz sombra na Lua.

Sobre o Sistema Solar: o planeta mais perto do Sol é \_\_\_\_\_, enquanto o mais distante é \_\_\_\_\_; o mais quente é \_\_\_\_\_; o maior é \_\_\_\_\_; o que possui o maior canyon e o maior vulcão do Sistema Solar é \_\_\_\_\_; o que possui os maiores anéis é \_\_\_\_\_; o que "rola" pelo plano do Sistema Solar é \_\_\_\_\_; é o nosso planeta é \_\_\_\_\_.

A produção de energia das estrelas se baseia, por grande parte da sua vida, na fusão de \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_\_.

As estrelas não vivem para sempre, e o que determina como cada estrela vai morrer é a sua massa. Estrelas de massa pequena (entre 0,08 e 8 massas solares) terminam suas vidas como \_\_\_\_\_. Estrelas de massa intermediária (entre 8 e 25 massas solares), quando morrem, se tornam \_\_\_\_\_. E por fim, estrelas com massa elevada (maiores que 25 massas solares) formam \_\_\_\_\_ quando terminam sua vida.

O nome da nossa galáxia é \_\_\_\_\_.

Existem três tipos principais de galáxias, classificadas de acordo com a sua forma: as \_\_\_\_\_, que possuem forma de disco, com braços enrolados; as \_\_\_\_\_, que possuem forma de elipse; e as \_\_\_\_\_, que não possuem forma bem definida.

A Lei de Hubble diz que, quanto mais \_\_\_\_\_ uma galáxia está de nós, mais \_\_\_\_\_ ela se afasta de nós. Essa Lei comprova a \_\_\_\_\_ do Universo.

O Big Bang é a teoria mais aceita atualmente para explicar a \_\_\_\_\_ do Universo.

Hidrogênio	Saturno	Via Láctea	Inverno	Lunar
Azimutal	Solar	Leste	Estrelas De Nêutrons	Verão
Nova	Oeste	Netuno	Espirais	Translação
Vênus	Equatorial	Outono	Primavera	Evolução
Buracos Negros	Mercúrio	Translação	Expansão	Inclinação
Eclíptica	Rotação	Urano	Minguante	Júpiter
Elípticas	Irregulares	Cheia	Marte	Terra
Distante	Rápido	Crescente	Hélio	Anãs Brancas

# Explorando o Universo: dos quarks aos quasares (FIS02009)

## Relatório de aula prática usando Stellarium

Nome do Aluno:

Cartão:

Turma:

Data da prática:

### INSTRUÇÕES

- Primeiramente, faz-se necessária a familiarização com o simulador. Para isso ouça atentamente as demonstrações feitas pelo professor e/ou monitores. E procure fazer os mesmos passos usando o Stellarium no seu computador.
- Feito isso, siga o roteiro abaixo, anotando os dados numa folha de papel.

### QUESTÕES

- 1. Para a data de 03/01/2015 e localizando-se em Porto Alegre, anotar a hora do pôr (ocaso) do Sol (quando a altura aparente é zero)**

Hora do ocaso do Sol em Porto Alegre na data considerada:

- 2. Anotar o azimute do Sol no poente**

Azimute do ocaso do Sol em Porto Alegre na data considerada:

- 3. Adiantar a hora até que o Sol nasça a Leste, já no dia seguinte.**

- 4. Anotar a hora do nascer do Sol e o azimute do nascer**

Hora do nascer do Sol em Porto Alegre na manhã seguinte:

Azimute do nascer do Sol em Porto Alegre na manhã seguinte:

- 5. Avançar no tempo em 6 meses**

Nova data, decorridos 6 meses da data anterior: **03/07/2015**

- 6. Repetir os itens 1 a 4, determinando a hora e o azimute em que o Sol se põe e nasce na manhã seguinte**

Hora do ocaso do Sol em Porto Alegre 6 meses depois da data considerada:

Azimute do ocaso do Sol em Porto Alegre 6 meses depois da data considerada:

Hora do nascer do Sol em Porto Alegre na manhã seguinte:

Azimute do nascer do Sol em Porto Alegre na manhã seguinte:

### **Mudar para a cidade de Copenhagen, Dinamarca**

Latitude de Copenhagen:

Longitude de Copenhagen:

#### **7. Repetir os itens 1 a 6, ou seja, determinar as medidas de pôr e nascer do Sol para as duas mesmas datas que antes.**

Hora do ocaso do Sol em Copenhagen na data considerada:

Azimute do ocaso do Sol em Copenhagen na data considerada:

Hora do nascer do Sol em Copenhagen na manhã seguinte:

Azimute do nascer do Sol em Copenhagen na manhã seguinte:

Hora do ocaso do Sol em Copenhagen 6 meses depois da data considerada:

Azimute do ocaso do Sol em Copenhagen 6 meses depois da data considerada:

Hora do nascer do Sol em Copenhagen na manhã seguinte:

Azimute do nascer do Sol em Copenhagen na manhã seguinte:

#### **8. Voltar a Porto Alegre na data da prática**

#### **9. Identificar os planetas que são visíveis no céu desde o início da noite até a meia noite.**

Planetas visíveis de Porto Alegre na data da prática:

#### **10. Identificar um aglomerado aberto com magnitude $< 4$**

Aglomerado aberto brilhante visível de Porto Alegre na data da prática:

#### **11. Identificar um aglomerado globular com $m < 6$**

Aglomerado globular brilhante visível de Porto Alegre na data da prática:

#### **12. Identificar uma nebulosa com $m < 6$**

Nebulosa brilhante visível de Porto Alegre na data da prática:

#### **13. Identificar uma galáxia com $m < 7$**

Galáxia brilhante visível de Porto Alegre na data da prática:

# O SISTEMA SOLAR NUMA REPRESENTAÇÃO TEATRAL <sup>2</sup>

João Batista Garcia Canalle  
Instituto de Física - UERJ

## Resumo

Durante os cursos de aperfeiçoamento que ministrei, para professores de primeiro grau da Rede Pública do Município de São Paulo e do Núcleo Regional de Pato Branco, Sudoeste do Paraná, foram desenvolvidas as atividades abaixo descritas, que têm a finalidade de propor uma forma alternativa para ensinar os movimentos dos planetas, luas e cometas do sistema solar. Inicialmente é apresentado um modo “gráfico” de se visualizar as distâncias dos planetas ao Sol, fazendo-se uso de uma escala apropriada. Utilizando esta escala, pede-se ajuda aos alunos para desenharem círculos sobre uma quadra de esportes. Sobre estes círculos, que representam as órbitas dos planetas, os alunos caminham, correm, giram, etc., mostrando, assim, o sistema solar em movimento. O movimento dos satélites (luas) também é representado. Usando a mesma escala dos círculos, um barbante e duas pequenas estacas, mostramos como desenhar a elipse referente à órbita do cometa Halley. O seu movimento também é representado por um aluno que anda (e corre) sobre esta elipse. Esta ativa participação dos alunos na confecção dos círculos, elipse e movimentação como planetas, luas e cometas é que chamamos de representação teatral. O tema “Sistema Solar” geralmente é abordado na quinta ou sexta série do primeiro grau, depende da seqüência do currículo elaborado pelas Secretarias de Educação dos Estados. Nos cursos de formação de professores de primeiro grau é ensinado pelos professores de Física. Nestas atividades o professor tem a oportunidade de fazer o aluno participar ativamente de sua aula, tornando-a prática e, como verão, também divertida. Além de astronomia, os alunos também estarão trabalhando, praticamente, com a geometria, ao traçarem no chão, círculos e elipses. Os professores que exercitam o salutar hábito de questionar seus alunos antes de explicar, descobrirão alunos com “explicações intuitivas” das mais absurdas; algumas citarei no texto. Professores de pré-escola que tiveram contato com estas atividades disseram que elas são parcialmente aplicáveis também na pré-escola!

## Introdução

Quando os livros abordam o tema “Sistema Solar”, geralmente trazem uma figura esquemática do mesmo. Esta figura, normalmente é constituída pelo Sol e planetas, sendo que não estão em escala os diâmetros do Sol e dos planetas e nem tão pouco as distâncias dos planetas ao Sol e não há nenhuma referência nos textos para esse fato. Apesar de não estarem em escalas, os planetas maiores são representados por círculos grandes e os planetas menores por círculos pequenos, mas tão fora de escala que a Terra parece ser a metade de Júpiter e este, 3 ou 4 vezes menor que o Sol. Um procedimento experimental para resolver este problema será apresentado num outro artigo. Outro problema dos livros didáticos é sobre as distâncias dos planetas ao Sol. Estas figuras nunca obedecem a uma escala para as distâncias. A figura passa a noção errada de que os planetas estão equidistantes uns dos outros. Quando o livro tenta ser mais claro ele coloca uma tabela com as distâncias ao Sol. São números enormes, sendo que ninguém consegue imaginar tais distâncias, e eles não conseguem dar

---

<sup>2</sup> Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n.º 1, p. 27 - 32, 1994



nenhuma noção, aproximada que seja, da distribuição dos planetas ao redor do Sol. É objetivo deste trabalho oferecer uma solução simples para este problema.

Outro problema que está implícito nestas figuras esquemáticas do sistema solar é que elas costumam representar os planetas enfileirados, um ao lado do outro. Além da figura não dar nenhuma idéia dos movimentos dos planetas, ela permite que as pessoas pensem que os planetas giram ao redor do Sol desta forma, ou seja, um ao lado do outro, sempre em fila. Este autor já teve a oportunidade de encontrar professores que acreditavam nisso e explicaram que pensavam assim, porque viram a figura nos livros.

Damos, a seguir, uma sugestão de como resolver estes problemas, com a participação dos alunos, numa forma “teatral”.

## As distâncias dos planetas ao Sol

Para darmos uma idéia correta das distâncias médias dos planetas ao Sol, sugerimos que sejam reduzidas as distâncias médias, dos planetas ao Sol, através de uma escala<sup>(1)</sup>. Por exemplo, se adotamos a escala de 10 milhões de quilômetros para cada 1 cm de papel, teremos Mercúrio a 5,8 cm do Sol, pois sua distância média ao Sol é de 58 milhões de quilômetros; Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, pois sua distância média é de 108 milhões de quilômetros, e assim para os demais planetas.

Desenvolvemos esta atividade com os alunos da seguinte maneira: providenciamos tiras de papel, com largura de, aproximadamente, 7 cm e comprimento de 6m. Desenhamos uma bolinha (com 1 ou 2 mm de diâmetro) numa das extremidades da tira para representar o Sol, a partir dessa bolinha desenhamos outra a 5,8 cm para representar Mercúrio, Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, a Terra fica a 15,0 cm do Sol, Marte fica a 22,8 cm, Júpiter a 77,8 cm, Saturno a 143,0 cm, Urano a 287,0 cm, Netuno a 450,0 cm e, finalmente, Plutão a 590,0 cm do Sol (todas as distâncias são em relação ao Sol (primeira bolinha)). Colocamos o nome do Sol e de cada planeta sobre cada bolinha. Esticamos a tira e teremos uma visão exata da distribuição das distâncias médias dos planetas ao Sol. Numa escala ainda menor, mostramos na Fig. 4 um pedaço da tira.



Fig. 4 - As letras sobre os pontos (planetas) representam M(Mercúrio), V(Vênus), T(Terra), M(Marte), J(Júpiter), etc.

Esta é uma atividade que o aluno pode fazer em casa ou em sala aula e, é claro, a tira fica com ele, para que possa mostrá-la aos familiares e amigos.

Só mesmo fazendo a tira toda para percebermos como os planetas mais distantes estão incrivelmente mais distantes do Sol, do que os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

## O movimento dos planetas ao redor do Sol

Para mostrar que os planetas giram ao redor do Sol (todos no mesmo sentido) fazemos o seguinte: sobre a tira de papel do item anterior, colocamos um barbante esticado, e sobre o Sol e cada planeta damos um nó. Enrolamos o barbante num cabo de vassoura (de aproximadamente 10 cm de comprimento) para não embaralhar o barbante. Em seguida vamos a uma quadra de esportes e no centro dela seguramos fixo o nó que representa o Sol,

mantendo esticado o barbante e segurando um giz no nó que representa Mercúrio, traçamos um círculo sobre a quadra. Repetimos este procedimento traçando um círculo para cada planeta.

Traçados os 9 círculos no piso da quadra, colocamos um aluno, representando o Sol, sobre o centro dos círculos (onde está o Sol). Colocamos outro aluno para andar sobre o círculo de Marte, outro sobre o círculo de Júpiter, outro para andar sobre o círculo de Saturno e idem para Urano, Netuno e Plutão. Sobre os círculos de Mercúrio, Vênus e Terra, não é possível colocar ninguém, pois eles estão próximos demais do aluno que representa o Sol. Feito este posicionamento inicial, sugiro, abaixo, uma série de procedimentos para ilustrar o movimento dos planetas, seus satélites e cometas.

1º - Explicar que a velocidade dos planetas diminui com a distância dele ao Sol; assim sendo, o aluno que representar Marte deve correr sobre a órbita (círculo) de Marte, aquele que representar o movimento de Júpiter deverá correr mais devagar, quem representar Saturno apenas andar, e assim sucessivamente, tal que o aluno-Plutão caminhará pé-ante-pé.

2º - Explicar que o tempo gasto pelo planeta, (aluno) para dar uma volta ao redor do Sol é chamado de período de translação e representa a duração do ano do planeta. A Terra gasta 365,25 dias para fazer este movimento. Os planetas mais próximos do Sol gastam menos tempo que a Terra e aqueles que estão mais distantes gastam mais tempo que a Terra. Pode-se observar do movimento dos alunos, que aqueles que estão mais próximos do Sol, gastam muito menos tempo para dar uma volta ao redor do Sol do que aqueles que estão mais distantes.

3º - Coloque os alunos a se moverem, representando o sistema solar, e dê as explicações 1 e 2 acima. Depois de algumas voltas dos alunos, pare-os e explique que, além dos planetas girarem ao redor do Sol, eles giram ao redor de si mesmos, vamos pedir, então, para que os alunos-planetas também façam isso, ou seja, caminhar sobre os círculos enquanto giram sobre si mesmos. Para que possam combinar os dois movimentos é preciso que transladem mais devagar, para se evitar quedas.

4º - Explicar, também, que o tempo gasto pelo planeta para girar sobre ele mesmo é chamado de período de rotação. A Terra executa esse movimento em 24 horas (aproximadamente). É esse movimento que dá origem ao dia e à noite. Na translação todos planetas giram no mesmo sentido, horário, digamos, mas na rotação 8 planetas giram sobre si no mesmo sentido, horário, por exemplo, sendo que Vênus gira no sentido contrário. Também é preciso lembrar que o eixo de rotação dos planetas não é perpendicular ao plano de sua órbita, ao contrário do que vemos na quadra, onde o eixo de rotação dos alunos-planetas é perpendicular ao plano da quadra.

5º - Explicar o dia e a noite da seguinte maneira: supondo que a cabeça dos alunos que estão orbitando (circulando) o Sol, seja a Terra, quando o aluno está de frente para o Sol é dia no seu rosto e noite na sua nuca, e quando ele está de costas para o Sol é dia na sua nuca e noite no seu rosto, pois ele não está vendo o Sol.

6º - Além desses movimentos (translação e rotação) os planetas executam outros movimentos, mas que não são factíveis de serem representados com o corpo humano.

7º - Também é preciso chamar a atenção para o fato de que o plano das órbitas dos planetas não são coincidentes, como ocorre na quadra, mas que na verdade, estão ligeiramente inclinados uns em relação aos outros.

8º - Falta ainda esclarecer que as órbitas dos planetas não são exatamente círculos, como desenhados no chão, na verdade são órbitas ligeiramente achatadas, que chamamos de elipses e serão estudadas mais adiante.

## **O movimento das luas ao redor dos planetas**

5,1 m      10,4 m      Nó

Depois dos movimentos de translação e rotação dos alunos-planetas e das explicações acima, podemos incluir as luas (satélites naturais) nos movimentos do sistema solar. Com exceção de Mercúrio e Vênus, todos os demais planetas possuem luas que giram ao redor deles. Vejamos como representar o movimento das luas ao redor dos planetas.

9° - Inicialmente vamos ilustrar o movimento da Lua ao redor da Terra. Vamos fazer um aluno representar a Terra, e como a órbita (círculo) da Terra está muito próxima ao pé de aluno que está representado o Sol, vamos usar o círculo que representa a órbita de Urano. Os demais planetas (alunos) não participam desta atividade, apenas observam. Enquanto o aluno-Terra gira sobre si e ao redor do Sol (muito lentamente), outro aluno, que representa a Lua, deve girar ao redor da Terra, mas sempre olhando para a Terra, pois a Lua sempre mostra a mesma face para a Terra. O aluno-Terra não fica olhando para a “Lua”. Já encontrei pessoas que acreditavam que o ocidente via uma face da Lua e que o oriente via só a outra face da Lua. Outras pessoas não imaginam que a Lua gira sobre si mesma. Esta atividade ajuda a esclarecer tais dúvidas.

10° - Marte tem duas luas, chamadas Fobos e Deimos. Vamos representá-las de modo análogo ao que fizemos para o sistema Terra-Lua. Substitui-se os alunos Terra e Lua, por outro que será Marte e outros dois que representarão as luas Fobos e Deimos. Marte gira ao redor do Sol e sobre si mesmo, enquanto que suas luas giram ao seu redor. Também é preciso usar o círculo que representa a órbita de Urano, pelo motivo exposto no item 9. Ainda não é sabido se as luas dos demais planetas apresentam sempre a mesma face para eles, como faz a lua da Terra.

11° - O mesmo procedimento fazemos para Júpiter e suas luas. Como este é o maior dos planetas, usamos sempre o maior dos alunos para representá-lo. Como ele tem 16 luas, também devemos usar o círculo que representa a órbita de Urano, pelo motivo explicado no item 9.

12° - Analogamente se faz para Saturno e suas 17 luas. Como Saturno tem anéis, pedimos ao aluno que representa Saturno para girar com os braços abertos para representar os anéis. Também pode-se usar um bambolê.

13° - Analogamente para Urano e suas 15 luas.

14° - Idem para Netuno e suas 8 luas.

15° - Idem para Plutão com sua única lua.

## O movimento dos cometas ao redor do Sol

Mas, além do Sol, planetas e luas, o sistema solar também tem os cometas. Vejamos como podemos representá-los na quadra. Vamos usar, como exemplo, o cometa Halley. Este cometa é periódico e tem órbita bastante excêntrica, isto é, sua órbita é uma elipse bastante achatada.

16° - Para desenhar a órbita do Halley na mesma escala usada para os planetas, corta-se um barbante com 10,4 m de comprimento e dá-se um nó a 5,1 m de uma das pontas. Veja esquema na Fig. 2.

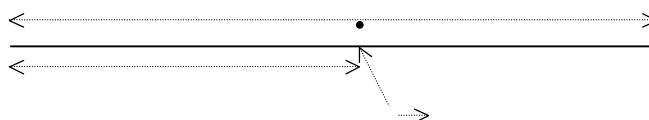


Fig. 5 - Esquema da posição do nó sobre o barbante usado para a construção da elipse do cometa Halley.

A seguir amarra-se as pontas. Pressiona-se, então verticalmente, a tampa de uma caneta (ou de um pedaço de cabo de vassoura) contra o centro dos círculos (Sol) e de outra a 5,1 m do Sol (a distância entre os 2 nós do bastante). Coloca-se o barbante ao redor dessas tampas de canetas, estica-se o barbante e risca-se o chão com um giz, conforme ilustra a Fig. 6. A posição onde estão as canetas chamamos de focos da elipse e o Sol está num desses focos, como diz a 1ª lei de Kepler.

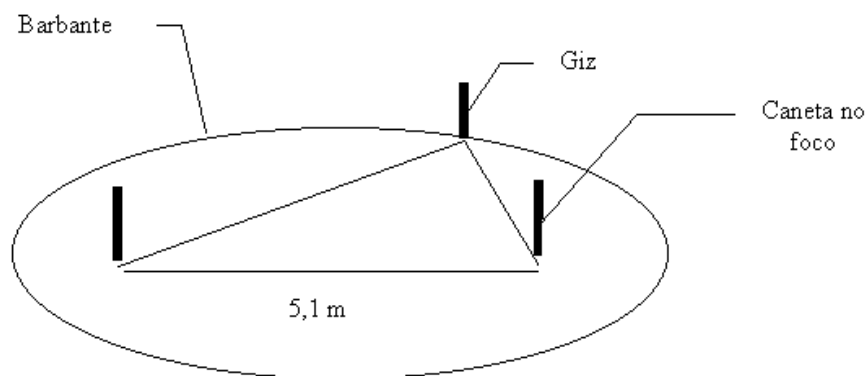


Fig. 6 - Esquema do procedimento usado para desenhar a elipse

17º - Para representarmos, esquematicamente, a cauda do cometa riscamos o chão, conforme ilustra a Fig. 7. Observe que a cauda é sempre radial ao Sol.

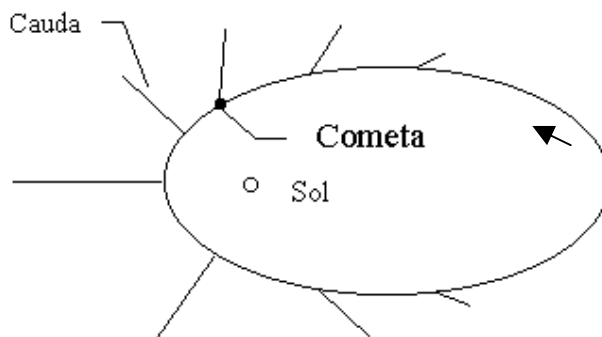


Fig. 7 - Esquema da cauda do cometa

18º - Para representarmos o movimento do cometa pede-se para um aluno representar o Sol (que fica no centro dos círculos, girando lentamente sobre si mesmo) e outro representar o cometa. O aluno-cometa deve andar lentamente quando está longe do Sol, aumentar gradativamente sua velocidade enquanto se aproxima do Sol, correr quando passa próximo do Sol e diminuir gradativamente sua velocidade enquanto se afasta do Sol, pois é assim que faz o cometa. A movimentação do aluno-cometa deve ocorrer sobre a elipse desenhada no item 17º.

19º - Para finalizar, coloca-se todos os alunos-planetras, o aluno-Sol e o aluno-cometa para se moverem simultaneamente ao redor do Sol. Mas como o Sol não é uma estrela fixa, faça o aluno-Sol caminhar em direção a um dos cantos da quadra, carregando consigo todo o sistema solar.

## **Conclusão**

Com as atividades acima descritas, o professor melhor ilustra sua explicação sobre o movimento dos planetas, luas e cometas ao redor do Sol. O aluno, por outro lado, tende a entender melhor estas explicações, pois além de estar ouvindo e vendo, ele está participando delas.

## **Referências**

- (1) Laboratório Básico Polivalente de Ciências - para 1º grau, FUNBEC, p. 157-163, 2ª edição, 1986.

## TABELA COM AS DISTÂNCIAS MÉDIAS DOS PLANETAS AO SOL

<b>Planeta</b>	<b>Distância média ao Sol (km)</b>	<b>Distância ao Sol na escala adotada (cm)</b>	<b>Segmento da tira onde está o planeta</b>	<b>Distância no segmento (cm)</b>
Mercúrio	57.910.000	5,8	1	5,8
Vênus	108.200.000	10,8	1	10,8
Terra	149.600.000	15,0	1	15,0
Marte	227.940.000	22,8	1	22,8
Júpiter	778.330.000	77,8	3	17,8
Saturno	1.429.400.000	142,9	5	22,9
Urano	2.870.990.000	287,1	10	17,1
Netuno	4.504.300.000	450,4	16	0,4
Plutão	5.913.520.000	591,4	20	21,4
<i>Estrela Alfa Centauro</i>	$4,1 \times 10^{13}$ km	4.067.800 (= 40,7 km)	135.594	10