MODELAGEM CORPORAL DO SISTEMA SOL-TERRA-LUA

BODY MODELING OF THE SUN-EARTH-MOON SYSTEM

Moura F.B.[1]; Ferracioli, L.[2] e Sérgio M. Bisch[3]

[1]Discente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12
[2]Docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12
[3]Docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12

Universidade Federal do Espírito Santo

Campus Goiabeiras

1. RESUMO:

*O presente trabalho relata uma proposta de utilização de diferentes estratégias para o ensino das Fases Lunares e dos Eclipses, sob a perspectiva piagetiana, utilizando especificamente o conceito de descentração, numa abordagem metodológica de Ensino sob Medida (EsM), em uma **E**scola **M**unicipal de **E**nsino **F**undamental localizada no município da Serra. Foram ministradas 13 aulas presenciais para alunos do 9º ano, com idades variando de 13 a 15 anos. Os estudantes tiveram acesso a material de estudo prévio, como vídeos, textos e roteiros de construção de um modelo físico. O objetivo foi propiciar a compreensão da dinâmica espacial do sistema Sol-Terra-Lua., fazendo uso da observação sistemática do ciclo lunar, a Modelagem Corporal do Teatro Cósmico e o uso de escalas e a construção do modelo físico Terra-Lua no estudo das Fases Lunares e dos Eclipses para estudantes do Ensino Fundamental II. Neste trabalho será apresentado parte dos resultados obtidos ao propor a modelagem corporal a que chamamos de teatro cósmico. Ao final se apresentará os resultados obtidos a partir da análise dos vídeos produzidos pelos estudantes durante o processo de modelagem no exercício da causalidade piagetiana.*

Palavras-Chave: Ensino de Astronomia; Descentração Piagetiana, Fases Lunares; Eclipses; Ensino sob Medida; Modelagem.

1. ABSTRACT:

The present work reports a proposal to use different strategies for the teaching of Lunar Phases and Eclipses, in a Just in Time Teaching (JiTT) approach, in a Municipal Elementary School located in the municipality of Serra. 13 face-to-face classes were given to 9th grade students, with ages ranging from 13 to 15 years old. Students had access to previous study material, such as videos, texts and scripts for building physical models. The objective was to provide an understanding of the spatial dynamics of the Sun-Earth-Moon system, making use of the systematic observation of the lunar cycle, the Body Modeling of the Cosmic Theater and the use of scales and physical models as well as the construction of the Earth-Moon physical model in the study of Lunar Phases and Eclipses for Elementary School II students. In this work, part of the results obtained when proposing the body modeling we call cosmic theater will be presented. At the end, the results obtained from the analysis of the videos produced by the students during the modeling process in the exercise of Piagetian causality will be presented.

Key words: Teaching Astronomy; Piagetian decentration; Lunar Phases; Eclipses; Just in Time Teaching, Modeling.

A ideia central desta dinâmica é a nossa impossibilidade de manipularmos estes corpos celestes diretamente. Dessa forma, somos apenas passageiros desse teatro cósmico, no entanto, podemos construir representações corporais, baseadas em informações colhidas durante milênios que a nossa ancestralidade acumulou ao observar cuidadosamente estes movimentos que os astros realizam na esfera celeste.

De acordo com Silva (2008, p.1), para Piaget, o sujeito, na sua busca de assimilar o mundo, age sobre o mundo, compreendendo-o, transformando-o à sua maneira e transformando a si mesmo. E a imaginação é um dos elementos constitutivos desse processo de transformação, pois permite ao sujeito superar o pensamento egocêntrico em favor da progressiva descentração.

Assim, por meio dessa representação, a que chamamos de Teatro Cósmico, os alunos realizariam uma modelagem corporal dos movimentos orbitais de rotação e de translação, do sistema Sol-Terra-Lua, acompanhada de problematizações relativas a aspectos como: o formato das órbitas, a inclinação dos eixos de rotação e do plano orbital, a duração dos movimentos e como representá-los numa escala de tempo e de espaço adequada, devendo ser acompanhado de uma explicação das fases lunares e dos eclipses solares e lunares.

Essa proposta foi pensada inicialmente como uma atividade para ser realizada pelo estudante em conjunto com a família, pela oportunidade de aproximar os familiares da escola.

Entretanto, no decorrer da aplicação verificou-se que seria mais viável a realização pelos próprios estudantes, organizados em grupos.

Essa atividade foi então realizada em grupos de até seis componentes e, como resultado, foram obtidos nove vídeos de até um minuto cada. Desses, cinco contaram também com alguns comentários feitos oralmente ou na forma de legenda. Nos

demais foi feita apenas a representação dos movimentos.

Durante esse processo, após feito o desafio, em um primeiro momento os alunos se mostraram resistentes em realizar a atividade, apesar de todas as orientações. Assim, foi necessário fazer uma intervenção, fazendo uso dos dados do sistema Sol-Terra-Lua. Essa intervenção consistiu em problematizações a partir do roteiro, de modo que os alunos pudessem pensar a respeito e, a partir daí, construir suas simulações.

Segundo Piaget (2012, p.137), a criança deve criar um espaço, tempo, universo de causas e objetos práticos, para isso deve libertar-se de seu egocentrismo perceptivo e motor, o que se realiza por sucessivas descentrações que lhe permitem organizar um conjunto empírico de deslocamentos materiais, num amplo conjunto de percepções e projeções, situando seu corpo e seus próprios movimentos no universo imaginativo com os de outros objetos de interesse.

É fundamental que o aluno experimente diferentes perspectivas, como atuar e filmar diferentes papéis da modelagem corporal proposta, pois é uma forma concreta de praticar a descentração que auxilia na compreensão do sistema Sol-Terra-Lua.

Na análise dos vídeos referentes à modelagem corporal do Teatro Cósmico foram observados então os seguintes aspectos:

Os personagens estão devidamente identificados, conforme o roteiro?
Há alguma explicação em forma de narrativa ou legenda?
O grupo representou ou explicou as fases lunares e eclipses?
Quanto à Terra:
Apresenta movimento de rotação e translação?
Qual o sentido?
Foi considerada a inclinação do eixo de rotação?
Quanto à Lua:
Apresenta movimentos de rotação e translação sincronizados?
Qual o sentido?
Foi considerada a inclinação do plano orbital? Caso o grupo tenha representado as fases lunares e eclipses, foi utilizada a inclinação orbital para explicar a não ocorrência dos eclipses a cada quatorze dias?
Quanto ao Sol:

Apresenta movimento de rotação e apesar de não ser possível a representação da translação, o menciona e explica?
Qual o sentido?

Foi verificado, portanto, se os momentos especiais das fases lunares foram indicados nas posições efetivamente corretas, levando-se em consideração as posições relativas do Sol e da Terra e principalmente o ângulo de separação entre o Sol e a Lua e se o conceito de iluminação estava indicado corretamente.

Quanto ao movimento orbital, foi verificado então se a rotação e a translação seguem o mesmo sentido, se o plano orbital lunar está adequadamente representado, se esses movimentos lunares estão sincronizados, fazendo com que a face visível se mantenha inalterada, isto é, a mesma face lunar voltada para a Terra, e ainda se a Terra apresenta a sua rotação suficientemente rápida comparada ao Sol e à Lua.

Após a análise dos vídeos, identificou-se que somente um grupo ~~que~~ explicou as fases lunares e os eclipses, entretanto, nessa representação não foi utilizada a inclinação orbital para explicar a não ocorrência dos eclipses a cada quatorze dias.

Importante registrar que cada grupo foi constituído por mais integrantes. Entretanto, entre parênteses foram indicados somente os números referentes aos estudantes que

participaram de todas as atividades da sequência de ensino e que, portanto, tiveram sua produção analisada neste trabalho.

Segue uma breve descrição de cada vídeo.

VÍDEO A (Estudantes 2 – 12)

O grupo representou corretamente o Sol, a Terra e a Lua e junto há uma narração, mas focada nas velocidades de rotação e translação da Terra e da Lua, não havendo menção ao Sol.

Algo de muito positivo na produção destes estudantes é que se observa uma mudança de papéis, o que é necessário para este exercício da descentração.

Quanto à Iluminação da face visível: não foram indicadas as posições das fases lunares e não se explicou os eclipses. Desse modo, neste vídeo não é possível avaliar se houve esta compreensão por parte dos estudantes.

Quanto ao movimento orbital: foram representados os movimentos de translação e de rotação da Terra e da Lua. Na representação da Terra, a inclinação do eixo foi considerada, mas não mantém a direção no espaço. A inclinação orbital lunar não é representada, mas a rotação e a translação lunar estão sincronizadas. O sentido de rotação do Sol não é o mesmo que o da Terra e o da Lua e isso se mantém mesmo com a troca de papéis entre os estudantes.

VÍDEO B (Estudantes 1 – 9 – 10 – 11)

Somente a Terra aparece devidamente representada com os cotovelos levantados. A Lua e o Sol não parecem identificados. Somente é possível inferir o estudante que representa a Lua pelo movimento.

Os estudantes incluíram uma narração com algumas explicações direcionadas à duração dos movimentos numa imagem e, ao final, a apresentação corporal do sistema Sol-Terra-Lua.

Um dos estudantes que parece representar a Lua, realiza seu movimento de modo a manter a face voltada para a Terra, mas não é conclusivo.

Pode-se verificar que a simulação registrada neste vídeo representa um sistema geocêntrico, com a Terra rotacionando.

Quanto à iluminação da face visível: não foram indicadas as posições das fases lunares e não se explicou os eclipses. Desse modo, neste vídeo não é possível avaliar se houve esta compreensão por parte dos estudantes.

Quanto ao movimento orbital: partindo da inferência quanto a qual estudante representa a Lua, pode-se considerar que foram representados os movimentos de translação e de rotação da Lua e que esses estão sincronizados. A inclinação orbital lunar não é representada. A Terra não translaciona e a inclinação de seu eixo não foi considerada. Os movimentos não se dão no mesmo sentido e o Sol foi representado girando ao redor da Terra, sem movimento de rotação.

VÍDEO C (Estudantes 16 – 21 – 22)

Na representação corporal deste grupo observa-se uma atenção ao roteiro proposto e à sugestão de escrever uma legenda.

Estes estudantes representaram devidamente o Sol, a Terra e a Lua,

Quanto à Iluminação da face visível: se relacionarmos o instante em que aparece a legenda com a posição em que se encontra o estudante na sua representação do movimento lunar, pode-se concluir que o vídeo reproduz bem os quatro momentos

especiais do ciclo lunar e ainda explica os eclipses solares e lunares. Entretanto, não explica por que não ocorrem eclipses a cada catorze dias.

Quanto ao movimento orbital: na representação deste grupo a Terra rotaciona, mas não translaciona e a inclinação do eixo não ocorre. O movimento de rotação da Terra se dá no mesmo sentido da rotação e translação da Lua. O Sol não apresenta movimento de rotação. O estudante que simula o movimento lunar também se preocupa em apresentar a inclinação orbital.

VÍDEO D (Estudantes 14 – 18)

Somente o Sol aparece devidamente representado com os braços abertos. A Terra e a Lua não parecem identificadas. Somente é possível inferir os estudantes que representam a Terra e a Lua pelo movimento.

Quanto à Iluminação da face visível: não existe preocupação em explicar os momentos especiais e nem sobre os eclipses. Então não é possível avaliar esta compreensão neste vídeo.

Quanto ao movimento orbital: os movimentos de rotação e translação da Lua são representados de maneira sincronizada em sentido horário e é simulada a inclinação orbital. Na simulação da Terra o movimento de translação não é representado. Já o movimento de rotação é representado no sentido anti-horário. A inclinação do eixo é representada, mas não mantém a direção. O Sol apresenta rotação no sentido horário.

VÍDEO E (Estudantes 15 – 19 – 23 – 25 – 26)

Somente o Sol aparece devidamente representado com os braços abertos. A Terra e a Lua não parecem identificadas. Somente é possível inferir os estudantes que representam a Terra e a Lua pelo movimento.

Quanto à Iluminação da face visível: não existe preocupação em apresentar os momentos especiais, então não é possível analisar o conceito de fases lunares e eclipses como havia sido proposto em roteiro.

Quanto ao movimento orbital: na simulação da Terra somente a rotação é representada, e no sentido horário. A inclinação do eixo está representada, mas não mantém a direção no espaço. Na

simulação da Lua os movimentos de rotação e de translação estão sincronizados e a inclinação orbital é sutilmente representada. Na simulação do Sol a rotação está adequadamente representada e concorda com os sentidos de rotação e de translação de todos os corpos do sistema Sol-Terra-Lua.

VÍDEO F (Estudante 4)

O grupo representou corretamente o Sol, a Terra e a Lua. Não foi incluída nenhuma explicação, narrada ou por legenda.

Quanto à Iluminação da face visível: não houve preocupação em representar os momentos especiais, então não é possível analisar o conceito de fases lunares e eclipses como havia sido proposto em roteiro.

Quanto ao movimento orbital: na simulação da Terra os sentidos de rotação e translação são os mesmos (sentido horário) e ocorre a representação da inclinação do eixo sem, contudo, manter a direção no espaço. Na simulação lunar a translação é sincronizada com a rotação e concorda com o sentido da Terra. Ocorre a representação da inclinação orbital. Na simulação solar a rotação se dá também no sentido horário.

VÍDEO G (Estudantes 5 – 6 – 8)

O grupo representou corretamente o Sol, a Terra e a Lua. Não foi incluída nenhuma explicação, narrada ou por legenda.

Quanto à Iluminação da face visível: não houve preocupação em apresentar os
momentos especiais, então não é possível analisar o conceito de fases lunares e eclipses como havia sido proposto em roteiro.

Quanto ao movimento orbital: na simulação da Terra somente a rotação é representada e ocorre no sentido horário. A inclinação do eixo também é simulada, mas não mantém a direção no espaço. Na simulação lunar a rotação e a translação estão sincronizadas, mas no sentido anti-horário. A inclinação do plano orbital lunar está devidamente representada. Na simulação solar ocorre a representação da rotação e essa ocorre no sentido horário.

VÍDEO H (Estudantes 17 – 20 – 24 – 27)

O grupo representou corretamente o Sol, a Terra e a Lua. Não foi incluída nenhuma explicação, narrada ou por legenda.

Quanto à Iluminação da face visível: não houve preocupação em apresentar os momentos especiais, então não foi possível analisar o conceito de fases lunares e eclipses como havia sido proposto em roteiro.

Quanto ao movimento orbital: na simulação da Terra foi representada apenas a rotação e essa ocorre no sentido horário, sem a inclinação do eixo. Na simulação lunar a rotação e a translação estão sincronizadas no sentido horário. Ocorre ainda a representação da inclinação orbital de modo correto. Na simulação solar ocorre a rotação e essa ocorre no sentido horário.

VÍDEO I (Estudantes 3 – 7 – 13)

O grupo representou corretamente o Sol, a Terra e a Lua. Além disso, incluiu uma narração com uma imagem explicando os movimentos orbitais da Terra e da Lua.

Quanto à Iluminação da face visível: não houve preocupação em apresentar os
momentos especiais, então não foi possível analisar o conceito de fases lunares e eclipses como havia sido proposto em roteiro.

Quanto ao movimento orbital: na simulação da Terra foram representados os movimentos de rotação e translação no sentido horário, mas não a inclinação do eixo. Na simulação da Lua a rotação e a translação estão sincronizadas no sentido horário. Já a inclinação do plano orbital lunar não é representada. Na simulação do Sol não ocorre a rotação.

Cabe considerar por fim que alguns aspectos poderiam ter sido explorados, mas não foram executados na proposta: o primeiro é a discussão da forma das órbitas terrestre e lunar, que deveriam se apresentar muito próximas à de um círculo.

Uma sugestão de aplicação deste conceito seria preparar o palco de representação desses movimentos demarcando o caminho orbital no chão, como em alusão ao planejamento da peça teatral onde ocorre o planejamento dos movimentos dos atores durante a dramatização.

O segundo é a necessidade de troca de papéis, de modo que todos os participantes do grupo vivenciem o papel de cada personagem na execução de cada movimento, que cada um fale e represente o seu papel, exercitando assim a descentração piagetiana.

Esta atividade foi planejada de modo que os estudantes realizassem as tarefas propostas nos roteiros do Ato 1, 2 e 3 de modo gradativo e que ganhasse complexidade na medida que avançassem na proposta do Teatro Cósmico, o que não aconteceu. Então ao final o que foi entregue pelos estudantes foi apenas o ato 3, o que dificultou realizar as intervenções necessárias durante a produção dos estudantes, fazendo com que a intervenção realizada fosse muito extensa com várias informações e aspectos que deveriam apresentar, o que levou ao esquecimento de muitos elementos que deveriam ter sido apresentados no ato 3.

A inclinação do eixo de rotação terrestre quando representado não mantinha a direção no espaço.

Seis grupos apresentaram a inclinação do plano orbital lunar, dobrando levemente os joelhos e ficando de ponta de pé de modo gradativo à medida que evoluísse na órbita ao redor da Terra, como foi problematizado e respondido pelos próprios estudantes durante intervenção nas duas turmas, mas nenhum utilizou essa informação para explicar a não recorrência dos eclipses a cada catorze dias, conforme explicado no vídeo 4 e em sala de aula durante a aplicação do produto educacional.

Seis grupos tiveram dificuldade em manter os movimentos de rotação do Sol, da Terra e da Lua no mesmo sentido, horário ou anti-horário. Dois grupos mantiveram a "Terra" somente rotacionando, três grupos representaram o Sol sem rotação, dois grupos representaram todos os movimentos de rotação e de translação no mesmo sentido. Abaixo segue uma tabela com os resultados observados:

Tabela 1 - Resultados obtidos a partir da análise dos vídeos do Teatro cósmico

	VÍDEO A	VÍDEO B	VÍDEO C	VÍDEO D	VÍDEO E	VÍDEO F	VÍDEO G	VÍDEO H	VÍDEO I
EF	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
EE	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
ENRE	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
RS	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
RLS	SIM	INCERTO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
RT	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
ETI	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
POL	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
TT	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
GMS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	PARCIAL	PARCIAL
LEGENDA: ROTAÇÃO SOLAR - RS ROTAÇÃO LUNAR SÍNCRONA - RLS ROTAÇÃO TERRESTRE- RT									
EIXO TERRESTRE INCLINADO - ETI PLANO ORBITAL LUNAR - POL TRANSLAÇÃO TERRESTRE - TT									
GIROS NO MESMO SENTIDO - GMS EXPLICOU AS FASES - EF EXPLICOU OS ECLIPSES - EE									
EXPLICOU A NÃO RECORRÊNCIA DE ECLIPSES - ENRE									

Analisando a tabela é possível interpretar que os estudantes estavam mais preocupados em simular a Lua do que o Sistema Sol-Terra-Lua. E para muitos grupos, quase todos os grupos, com exceção do grupo que apresentou o vídeo C, não se detiveram em explicar as fases lunares e os eclipses e nenhum grupo explicou a não recorrência dos eclipses a cada catorze dias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral da presente pesquisa era investigar a contribuição da sequência de ensino na compreensão da dinâmica espacial do Sistema Sol-Terra-Lua.

Foi realizada junto a duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental II uma sequência de ensino com treze aulas, tendo como referenciais teóricos o Ensino sob Medida e os estudos de Jean Piaget, especialmente no que se refere à descentração.

Um dos instrumentos utilizados na avaliação desse objetivo foi a modelagem dos movimentos orbitais de rotação e de translação do sistema Sol-Terra-Lua, acompanhada de uma explicação das fases lunares e dos eclipses solares e lunares, a que denominamos “Teatro Cósmico”.

Na avaliação do Teatro Cósmico, foi possível perceber que os estudantes mostraram dificuldades em representar os movimentos propostos e principalmente em explicar os eclipses e as fases lunares. O exercício da descentração foi realizado, mas não foi possível verificar o desenvolvimento dos estudantes ao longo do processo, como havia sido proposto no planejamento das atividades. Pois, foi planejado uma modelagem corporal primeiramente para

a translação e em seguida para a rotação e depois sim a tentativa de integração dos dois movimentos e o desafio de a partir desses movimentos procurar explicar os fenômenos das fases lunares e dos eclipses solares e lunares. Como só foi realizado o ato III do teatro cósmico que era o da integração dos movimentos os erros se acumularam e então ficou mais difícil assimilar estas representações e realizar uma explicação dos momentos especiais das fases lunares, os eclipses e por fim das estações do ano. Portanto, não foi possível verificar as suas dúvidas e realizar as intervenções necessárias nas etapas subsequentes durante a aplicação.