

# **Avaliação de aprendizagem sobre a rotação síncrona da Lua mediada por recurso computacional**

## **Evaluation of learning of synchronous rotation of the Moon mediated by computational resource**

**Adriano Luiz Fagundes**

Universidade Federal de Santa Catarina  
adrianoitajuba@gmail.com

**Marta Feijó Barroso**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
marta@if.ufrj.br

**Tatiana da Silva**

Universidade Federal de Santa Catarina  
tatiana.silva@ufsc.br

### **Resumo**

Relata-se nesse trabalho uma avaliação de aprendizagem sobre a rotação síncrona da Lua analisando-se resultados da utilização da hipermídia “O Sol, a Terra e a Lua” em momentos não presenciais de uma disciplina introdutória de física de um curso na área de ciências exatas. O tema é apresentado em uma das animações da hipermídia em tela dinâmica interativa na qual o usuário tem controle do avanço da sequência da animação. Os resultados são obtidos a partir de análise quantitativa e qualitativa de questões extraídas de um pré-teste e de uma avaliação de aprendizagem aplicados pelo professor da disciplina em 2011, contando-se com 77 alunos respondentes. Os resultados de aprendizagem indicam que a animação auxilia na aprendizagem do fenômeno da rotação síncrona da Lua e os estudantes avaliam o uso do recurso didático como motivador e facilitador da aprendizagem.

**Palavras chave:** animações, recursos computacionais, avaliação de aprendizagem, rotação síncrona, fenômenos astronômicos, ensino de física.

### **Abstract**

We report in this paper an evaluation of learning about the synchronous rotation of the Moon by analyzing results of the use of hypermedia "The Sun, Earth and Moon" in blended learning intervention of an introductory physics discipline a course in the field of exact sciences. The animation is displayed in a dynamic interactive screen on which the user has control of the progress of the animation sequence. The results are obtained from quantitative and qualitative analysis of issues drawn from a pre-test and a learning assessment applied by the teacher in 2011 counting with 77 students respondents. Learning outcomes indicate that animation helps in learning the phenomenon of synchronous rotation of the Moon and students evaluate the use of animations as a motivator and facilitator of learning.

**Key words:** animations, computing resources, assessment for learning, synchronous rotation, astronomical phenomena, physics education.

## Introdução

Hoje falamos numa educação *online* ou educação digital como a que possibilita que as situações didáticas ocorram sem limitação de espaço e de tempo e que se realiza nas modalidades presencial, semipresencial e a distância. Nesse cenário, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) apoiadas em recursos computacionais são vistas como aliadas do processo de ensino e aprendizagem à medida que trazem para o espaço educacional imagens, sons, vídeos, animações, simulações, hipertextos, possibilidades de abordagens diferentes de um dado conteúdo que atendam a estilos de aprendizagens diferentes, assim como possibilidades de interação e de colaboração presencial e a distância.

Entretanto, a rápida expansão da *internet* e da popularização de recursos computacionais permitiram que a elaboração e o uso de *softwares* educacionais antecipssem o fazer aos resultados de pesquisas direcionadas à inserção das “novas tecnologias” no ambiente educacional como um instrumento de ensino-aprendizagem (HEGARTY, 2004). Nesse sentido, é importante que se avance também nas avaliações desses recursos para que sejam utilizados de maneira responsável, consciente, adequadas a fins educacionais, buscando-se apontar o diferencial que esses recursos podem ter para que não se faça um uso banalizado e para que não representem uma solução mágica para os problemas educacionais.

É importante destacar que há estudos que demonstram a eficácia de materiais didáticos digitais em facilitar o aprendizado (BODEMER e PLOETZNER, 2002; CHIEN e CHANG, 2011). O cenário ainda não está bem definido, mas há avanços importantes que apontam para a importância da interatividade, da organização espacial da informação apresentada e na compreensão do papel da visualização no ensino de ciências (HEGARTY, 2004; BODEMER et al, 2004; SPANJERS, van GOG; van MERRIËNBOER, 2010; HÖFFLER e SCHWARTZ, 2011; VAVRA et al, 2011).

## O que dizem as pesquisas?

A teoria da carga cognitiva (CHANDLER e SWELLER, 1991; SWELLER 2002) fornece embasamento teórico para muitas pesquisas sobre elaboração e avaliação de recursos computacionais. A teoria sugere que diferentes estruturas da informação apresentada para um indivíduo podem impor diferentes demandas cognitivas. Hegarty (2004) diferencia as estruturas da informação nos recursos computacionais em: tela estática (gráfico, texto, imagem), tela dinâmica não interativa (filme, simulação, animação) ou tela dinâmica e interativa (filme, simulação e animações interativas, hipermídia).

Estudos que investigam a estrutura da informação comparam diferentes telas, para verificar as vantagens de utilização de cada uma no ensino de um determinado conteúdo ou conceito. Muitos desses estudos comparam a utilização de animações e imagens estáticas (VAVRA et al, 2011). Munzer et al (2009) investigaram a utilização de animações e imagens estáticas no ensino de um processo molecular, identificando que as animações produziram resultados melhores de aprendizagem do que imagens estáticas. Apesar das vantagens encontradas nesse trabalho, as animações podem produzir demandas cognitivas indesejadas, pois o sequenciamento da informação não controlada pelo aprendiz pode impor uma grande demanda na memória de trabalho (HEGARTY, 2004), dificultando a aprendizagem. Dar ao

aprendiz o controle da passagem da informação pode ser uma maneira de contornar o problema da passagem da informação das animações. Essa é uma diferença fundamental entre uma tela dinâmica não interativa e uma tela dinâmica interativa. Höffler e Schwartz (2011) verificaram os efeitos do controle da passagem das informações e dos estilos cognitivos através da utilização de telas estáticas (imagens estáticas) e telas dinâmicas (animações) no ensino de uma reação química. Os autores encontraram que os resultados são melhores para o uso de tela estática onde o aprendiz não tem controle da passagem da informação e tela dinâmica onde o aprendiz controla a passagem da informação.

## A animação

O material didático utilizado, uma animação sobre a rotação síncrona da Lua, é um objeto de aprendizagem da hipermissão “O Sol, a Terra e a Lua”, presente no tópico sobre as Fases da Lua (SILVA, 2009). Ele foi elaborado a partir da adoção de métodos instrucionais ancorados na teoria da carga cognitiva (SILVA, 2012) e trata-se de uma animação cuja tela é dinâmica e interativa. A discussão da sincronização entre a rotação e a translação da Lua (associada à dificuldade de se colocar fora do sistema Terra-Lua) é apresentada num esquema que divide a Lua em quatro quadrantes, todos numerados, e com o lado de frente para a Terra destacado. Para indicar que a rotação síncrona da Lua corresponde a uma translação e uma rotação em torno de si mesma, os dois movimentos são decompostos, apresentados sequencialmente onde o controle da transição é do usuário com os botões “voltar” e “avançar”. Nessa animação, como o lado iluminado, o não iluminado e o lado oculto estão representados, é possível também observar que todos os lados da Lua recebem luz, dependendo apenas da posição em que o nosso satélite está localizado em relação ao Sol.

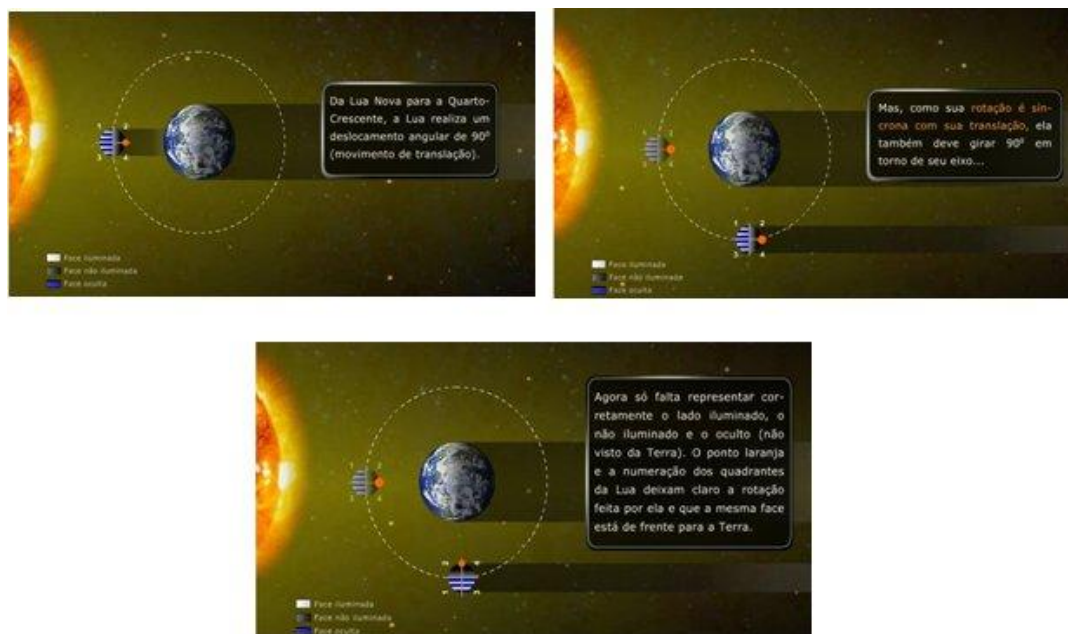


Figura 1: Imagens estáticas da sequência da animação apresentada na tela da hipermissão. As imagens foram retiradas do endereço <<http://www.fsc.ufsc.br/~tati/webfisica/sis-solar/fasesdaluha.htm>>.

A sequência é mostrada na Figura 1 e pode-se destacar que há a união de linguagem verbal e não verbal, pois cada etapa da animação é acompanhada por explicações verbais em um quadro.

## O contexto

O material foi utilizado no ano de 2011 em uma disciplina de Introdução à Física de um curso universitário da área de ciências exatas e tecnologia de uma IFES ofertada no primeiro período do curso. Nesta disciplina, são explorados aspectos da aprendizagem com recursos de visualização e são abordados diferentes temas de física (DUTRA e BARROSO, 2013). O conteúdo da disciplina é dividido em unidades e a discussão de fenômenos astronômicos faz parte da segunda unidade trabalhada após a discussão de ótica geométrica, tema da primeira unidade. Os estudantes primeiro responderam a um pré-teste sobre fenômenos astronômicos em ambiente virtual de aprendizagem (Moodle) como trabalho extra, para os quais eram assegurados acesso a computador para todos os estudantes. A utilização do material hipermídia foi proposta em caráter semipresencial e, em seguida, à utilização responderam a um questionário de percepção de uso sobre a hipermídia (SILVA e BARROSO, 2008). Após, o período determinado de utilização do material, foi realizada uma avaliação de aprendizagem que influía significativamente no resultado da disciplina.

## Metodologia de Avaliação

Avaliar e atribuir valores à aprendizagem de um indivíduo é uma tarefa extremamente complexa que pode incluir múltiplas abordagens (WHITE e GUNSTONE, 1992). Um simples teste escolar, o qual geralmente avalia uma única dimensão da aprendizagem, propondo apenas explicações verbais dos alunos, pode trazer pouca informação sobre o aprendizado de um indivíduo. De acordo com White e Gunstone (1992) uma interessante maneira de avaliar é propor ao aluno a translação da informação de um formato para o outro, por exemplo, de um texto para um diagrama e vice-versa.

Sendo assim, a avaliação de aprendizagem relativa aos conteúdos discutidos foi elaborada combinando-se questões tanto de resposta aberta, quanto do tipo verdade/falso com a apresentação de imagens e textos retirados especificamente do sistema hipermídia.

As questões utilizadas no pré-teste e na avaliação de aprendizagem foram respectivamente:

- *Você ouve o seguinte comentário: “A Lua gira em torno de seu eixo de forma tal que apresenta sempre a mesma face voltada para a da Terra.” Você concorda ou não? Justifique.*
- *A Lua apresenta sempre a mesma face voltada para a Terra? Faça um diagrama que explique a sua resposta.*

## Resultados

Os resultados foram analisados com técnicas de análise descritiva simples e as questões envolvendo respostas abertas foram analisadas usando-se redução e categorizações simples.

No pré-teste avaliou-se as explicações verbais dos alunos e constatou-se que a concordância ou discordância em relação à afirmação da questão estava descorrelacionada das explicações evidenciando o desconhecimento do fenômeno. As categorias de análise elaboradas a partir das respostas foram: explicação correta (descreve que o movimento de rotação da Lua ao redor de seu eixo tem o mesmo período de seu movimento de translação ao redor da Terra), explicação incompleta (contém fatores associados à rotação síncrona como descritos acima para uma explicação correta, mas faltam fatores que tornem a explicação completa e correta) e

explicação incorreta (contém argumentos que não estão associados à rotação síncrona ou não explicam a ocorrência do fenômeno).

Na avaliação de aprendizagem, diferentemente da questão do pré-teste, verificou-se que a maioria dos alunos utilizou diagramas e explicações verbais, por isso, os dois formatos de resposta foram aceitos. Entretanto, para possibilitar uma análise também qualitativa os diagramas e as explicações verbais foram categorizados separadamente e combinados quando necessário para considerações de respostas corretas, incorretas, incompletas e incoerentes.

Os diagramas foram categorizados em: diagrama baseado na animação (diagrama considerado correto que contém o esquema de quadrantes utilizado na animação do material para demonstrar a rotação síncrona), diagrama próprio (diagrama considerado correto que mostra a rotação síncrona utilizando um esquema criado pelo aluno diferente do esquema de quadrantes mostrado na animação), diagrama incompleto (diagrama que não exhibe a mesma face da Lua voltada para a Terra ao longo de seu movimento de translação, mas representa o movimento de rotação e de translação da Lua) e diagrama incorreto (diagrama que mostra uma rotação assíncrona da Lua ou ausência de diagrama). Na figura 2, apresentam-se exemplos de um diagrama próprio e de um diagrama baseado na animação:



Figura 2 – À esquerda: diagrama próprio. À direita: diagrama baseado na animação.

Os critérios utilizados para categorizar as explicações verbais da questão da avaliação de aprendizagem foram os mesmos que os utilizados para a questão do pré-teste.

Ao considerar as respostas da avaliação de aprendizagem na forma de diagrama ou de explicação verbal, identificaram-se casos de respostas contraditórias entre os dois formatos. Alguns alunos fizeram diagramas corretos seguidos de explicação verbal incorreta, enquanto outros fizeram diagramas incorretos, explicando verbalmente de forma correta. A esses casos chamamos de incoerência. Como os alunos responderam corretamente num ou noutro formato considera-se o desempenho desses casos melhores do que os alunos que responderam de maneira incompleta.

O desempenho dos alunos no pré-teste e na avaliação de aprendizagem foi avaliado com uma nota entre 0 e 2. Na Tabela 1, apresenta-se a média das notas dos alunos em cada uma das etapas avaliativas. As respostas incorretas receberam nota 0, respostas incompletas nota 1, as incoerentes 1,5 e respostas corretas nota 2.

Desempenho nas avaliações	Número de Alunos	Nota Mínima	Nota Máxima	Média	Desvio Padrão
Pré Teste	77	0,0	2,0	0,4	0,7
Avaliação de Aprendizagem	77	0,0	2,0	1,4	0,9

Tabela 1 – Média e desvio padrão para o desempenho dos alunos no pré-teste e avaliação de aprendizagem.

A partir da análise da Tabela 1 percebe-se uma melhoria significativa na média das notas dos alunos após a utilização da animação sobre a rotação síncrona da Lua.

A seguir apresentam-se as frequências das categorias de análise do pré-teste na Tabela 2 e da avaliação de aprendizagem na Tabela 3:

Pré Teste		
Categorias	Frequência	Percentual (%)
Correto	10	13
Incompleto	9	12
Incorreto	58	75
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,0</b>

Tabela 2 – Frequências das categorias de análise da questão do pré-teste.

Avaliação de Aprendizagem		
Categorias	Frequência	Percentual (%)
Correto	44	57
Incompleto	6	8
Incorreto	20	26
Incoerência	7	9
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,0</b>

Tabela 3 – Frequências das categorias de análise da questão da avaliação de aprendizagem.

Comparando-se as Tabelas 2 e 3, observa-se que é significativo o aumento de 13% para 57 % de respostas corretas, ao mesmo tempo em que se observa uma redução de 75 % para 26 % de respostas incorretas. De acordo com a Tabela 2, identifica-se ao todo 7 (9%) casos de incoerência na avaliação de aprendizagem.

		Avaliação de Aprendizagem				
		Correto	Incompleto	Incorreto	Incoerência	Total
Pré Teste	Correto	8	0	1	1	10
	Incompleto	6	1	2	0	9
	Incorreto	30	5	17	6	58
	<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>77</b>

Tabela 4 – Análise de contingência entre pré-teste e avaliação de aprendizagem.

Comparando-se o desempenho dos alunos com baixo rendimento no pré-teste e seu desempenho na avaliação de aprendizagem (Tabela 4), conclui-se que dos 58 (75%) alunos que responderam incorretamente na questão do pré-teste, 30 (39%) passaram a responder

corretamente, 5 (6,5%) responderam de maneira incompleta, 17 (22%) continuaram respondendo incorretamente e 6 (8%) demonstraram incoerência entre explicações não verbais (diagrama) e verbais. Os alunos que demonstram conhecimento sobre a rotação síncrona antes da utilização da animação mantiveram um bom desempenho na avaliação de aprendizagem. Desses, apenas um aluno respondeu incorretamente na avaliação de aprendizagem.

No que concerne à percepção de utilização da hipermídia quanto à apresentação do conteúdo, 95% dos estudantes concordam que as animações elaboradas no tema Fases da Lua auxiliam na compreensão do tema conforme Tabela 5.

<b>Percepção: Ver as imagens e as animações na aula "As fases da Lua" me ajuda a raciocinar.</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Concordo muito	34	44
Concordo	39	51
Nem discordo, nem concordo	2	2,5
Discordo	0	0
Discordo Muito	0	0
Não responderam	2	2,5
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100</b>

Tabela 5 – Frequência de respostas à pergunta do questionário de percepção: *Ver as imagens e as animações na aula "As fases da Lua" me ajuda a raciocinar.*

## Discussão

O uso de uma animação na qual o estudante controla o seu sequenciamento (tela dinâmica interativa) foi testado em momento não presencial de uma disciplina presencial e mostrou-se efetivo para a aprendizagem da rotação síncrona da Lua, fato evidenciado no caso específico do estudo de uma reação química (HÖFFLER e SCHWARTZ, 2011). Participaram desse processo 77 alunos. Os resultados da avaliação de aprendizagem mostraram uma melhoria significativa na média das notas dos alunos após a utilização da animação. Não obstante, o uso da animação não interfere negativamente no desempenho daqueles alunos que demonstraram conhecimento sobre o fenômeno.

## Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio da CAPES (bolsa de mestrado REUNI e Observatório da Educação 73/2010) e da Fernanda Muller bolsista de ID do PIBID Física/FSC/UFSC.

## Referências Bibliográficas

BODEMER, D.; PLOETZNER R. Encouraging the active integration of information during learning with multiple and interactive representations. In: **Atas do International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning**, Tübingen, Germany, 2002.

BODEMER, D.; PLOETZNER, R.; FEUERLEIN, I.; SPADA, H. The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualization. **Learning and Instruction**, V. 14, n.3, p. 325–341, 2004.

CHANDLER, P.; SWELLER, J. Cognitive load theory and the format of instruction.

**Cognition and Instruction.** V. 8, p. 293-332, 1991.

CHIEN, Y. T.; CHANG, C. Y. Comparison of different instructional multimedia designs for improving student science-process skill learning. **J. Sci. Educ. Technol.**, versão online. DOI: 10.1007/s10956-011-9286-3, 2011.

DUTRA, L. M.; BARROSO, M. F. Uso de experimentos como ferramenta de ensino e aprendizagem: estudo de um caso. In: **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Paulo, 2013.

HEGARTY, M. Dynamic visualizations and learning: Getting to the difficult questions. **Learning and Instruction.** V. 14, p. 343-351, 2004.

HÖFFLER, Tim N.; SCHWARTZ, Ruth N.: Effects of pacing and cognitive style across dynamic and non-dynamic representations. **Computers and Education.** V.57, p. 1716–1726, 2011.

MÜNZER, S.; SEUFERT, T.; BRÜNKEN, R. Learning from multimedia presentations: Facilitation function of animations and spatial abilities. **Learning and Individual Differences.** V. 19, p. 481-485, 2009.

SILVA, T. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** V. 26, p. 533-546, 2009.

\_\_\_\_\_. Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** Florianópolis, V. 29, p. 864-890, 2012.

SILVA, T.; BARROSO, M. F. Fenômenos Astronômicos e Ensino a Distância: Produção e Avaliação de Materiais Didáticos. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.** Curitiba, 2008.

SPANJERS, I. A. E.; van GOG, T.; van MERRIËNBOER, J. J. G. A theoretical Analysis of how Segmentation of Dynamic Visualizations Optimizes students learning. **Educ. Psychol. Rev.** V. 22, 411–423, 2010.

SWELLER, J. Visualisation and instructional design. In: **R. Ploetzner (Ed.), International workshop on dynamic visualizations and learning.** Tübingen, Germany: Knowledge Media Research Center, 2002.

VAVRA, K. L.; JANJIC-WATRICH, V.; LOERKE, K., PHILLIPS, L. M.; NORRIS, S. P.; MACNAB, J. Visualization in science education. **Alberta Science Education Journal.** V. 41, n.1, p. 22-30, 2011.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. **Probing Understanding.** London. The Falmer Press, 1992.