



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Estações do ano por meio da modelagem computacional utilizando o *Software Modellus X*

Jefferson Oliveira do Nascimento¹, Italo Gabriel Neide², Sônia Elisa Marchi Gonzatti³

¹Mestre em Ensino de Ciências Exatas – Centro Universitário UNIVATES –
jeffersonascimento@gmail.com

²Doutor em Física - Centro Universitário UNIVATES – italo.neide@univates.br

³Doutora em Educação - Centro Universitário UNIVATES – soniag@univates.br

Contextualização

A presente produção educacional se originou como um dos produtos resultantes da dissertação intitulada “O Ensino de Física por meio de ferramentas tecnológicas: Um estudo de caso com o PROEJA”, desenvolvida pelo primeiro autor e orientada pelo segundo e terceiro autores. Foi abordada a temática das estações do ano, por meio da modelagem computacional, em que se desenvolveu um roteiro e questões para serem utilizados com o *Software Modellus*. Trinta alunos (quatorze homens e dezesseis mulheres) com idades entre vinte e cinco e cinquenta e cinco anos participaram da pesquisa. Todos pertenciam a uma turma de PROEJA Técnico em Informática, em uma escola de Educação Profissional em Belém/PA.

A escolha se fez devido ao fato de no ensino de Física da educação básica, algumas abordagens e apresentações do conteúdo do presente tema, ocorrerem de forma inadequada, em que as aulas são ministradas, ou os livros didáticos trazem o pensamento em que, conforme Uhr (1997), Gonzatti (2008) e Moreira (2013) as estações do ano ocorreriam pela maior proximidade ou afastamento da Terra em relação ao Sol, durante o movimento de revolução.



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Um dos problemas mais recorrentes, em estações, é o que atribui como causa a maior ou menor proximidade da Terra em relação ao Sol, durante o movimento de translação, ideia que suscita um modelo conhecido como modelo da distância (GONZATTI; SARAIVA; RICCI, 2008). Este mesmo erro é também relacionado à excentricidade da órbita elíptica da translação da Terra, conforme forte crítica de Canalle (2010).

Nascimento, Neide e Borragini (2014), identificaram dificuldades nos conhecimentos prévios referentes a fenômenos astronômicos, durante o processo de formação inicial nos cursos de Licenciatura Plena em Biologia e Matemática, na disciplina de Física, para ambos os cursos. Dentre os mais variados erros conceituais encontrados no ensino de Astronomia, os mais comuns estão relacionados às estações, como a presença do modelo da distância, em que “[...] ficou ratificado o desconhecimento em relação à caracterização correta das estações do ano no Brasil, especificamente na região norte, onde residem [...]” (ibidem, p. 5).

Sabe-se que a ocorrência das estações do ano é devida à inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação à normal ao plano descrito por sua órbita em torno do Sol, o que altera a inclinação dos raios solares em cada uma das regiões da Terra ao longo do ano (KEPLER; SARAIVA, 2004).

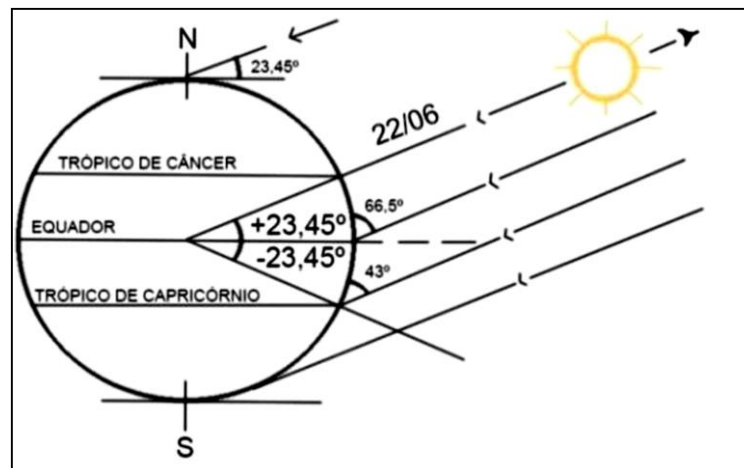
O modelo da distância como a causa das estações, verificado nos diversos níveis de ensino, deve-se também às concepções equivocadas suscitadas devido a forma que a trajetória elíptica da Terra ao redor do Sol, ainda é apresentada em vários materiais didáticos (NASCIMENTO; NEIDE; GONZATTI, 2015). A excentricidade das elipses varia entre zero e um, isto é, quanto mais próxima de zero é a excentricidade da órbita mais próxima de um círculo é a elipse. No caso da órbita da Terra, a excentricidade é muito próxima de zero (0,016), o que nos permite concluir que a trajetória é quase circular e a diferença de distância entre periélio e afélio é de apenas de 3% (KEPLER; SARAIVA, 2000).

Ao se analisar as características das estações do ano, conforme os hemisférios terrestres, é possível refletir sobre a construção equivocada de um modelo para este fenômeno

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

astronômico, bem como a caracterização indevida para as regiões que não se encontram em locais de clima temperado. No dia 22 de junho, ao meio dia local, os raios solares incidem de forma perpendicular no trópico de Câncer, correspondendo a 43° em relação ao trópico de Capricórnio (Figura 1), tomando a direção horizontal como referência (LIMA 2006). O resultando é que a insolação solar será maior no hemisfério norte e, de forma oposta, menor no hemisfério Sul, ou seja, no hemisfério norte será verão e no hemisfério sul será inverno.

Figura 1 – Posição aparente do Sol no Solstício de junho, em diferentes latitudes

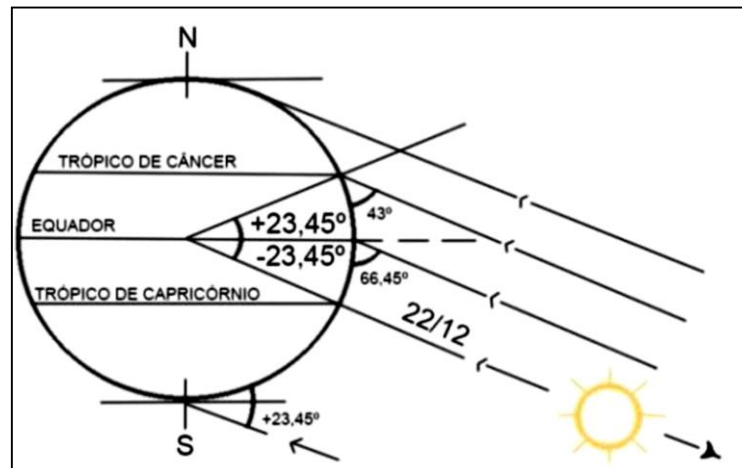


Fonte: Silva (2013).

Contraopondo a situação anterior, no dia 22 de dezembro, os raios solares estarão incidindo perpendicularmente sobre o Trópico de Capricórnio. Para o trópico de Câncer, o ângulo de incidência, tendo como referência a direção horizontal, é de 43° (LIMA, 2006). Esta data corresponde ao solstício de verão para o Hemisfério Sul. Na Figura 2, é possível observar que a insolação solar é maior nesse Hemisfério (onde se encontra o Brasil), portanto, ali será verão e, de forma oposta, será inverno no Hemisfério Norte.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Figura 2 - Posição aparente do Sol no solstício de dezembro



Fonte: Silva (2013).

Estabelecendo a Terra como referência e analisando o movimento do Sol, os dias de Solstícios correspondem ao máximo afastamento do Sol em relação ao equador (GONZATTI; SARAIVA; RICCI, 2008). Sendo assim, os autores nos remetem ao pensamento que:

O solstício de dezembro ocorre quando o Sol está em seu máximo afastamento para sul. Esse dia caracteriza o início do verão para o Hemisfério Sul e o início do inverno para o Hemisfério Norte. Já o solstício de junho acontece quando o Sol está com máximo afastamento para o Norte. É o início do inverno para a metade sul da Terra e do verão para a metade norte (ibidem, p.63-64).

O termo solstício tem a seguinte origem: “[Do latim: *solstitiu* = Sol Parado]: São correspondentes aos extremos máximos do deslocamento do Sol, o qual inverte o seu sentido de deslocamento, portanto o Sol precisa parar seu movimento para retornar” (LIMA, 2006, p. 40).

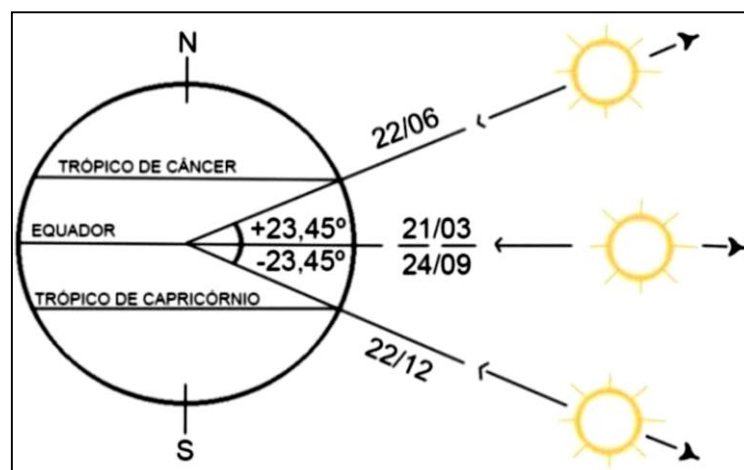
Nas datas correspondentes aos equinócios (por volta de 21 de março e 24 de setembro), os raios solares tem incidência perpendicular em relação ao Equador terrestre (LIMA, 2006). A origem do termo equinócio é apresentada por Lima (2006, p. 40): “Equinócio [Do latim: *aequinoctiu* = noite igual; *aequale* = igual + noite = noite]: Corresponde ao ponto médio do

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

intervalo de deslocamento, instante no qual o intervalo de duração do período de claridade se iguala ao de escuridão”.

As posições orbitais do Sol nessas datas resultam em uma insolação igual em ambos os hemisférios da Terra (Figura 3), caracterizando a ocorrência das estações do outono e da primavera: No hemisfério sul, tem-se o equinócio de outono (aproximadamente em 21 de março) e o equinócio da primavera para o Hemisfério Norte. Próximo ao dia 24 de setembro, a situação se inverte, tem-se o equinócio de primavera (para o Hemisfério Sul) e o equinócio de outono (para o Hemisfério Norte).

Figura 3 - Posição aparente do Sol para os equinócios os solstícios



Fonte: Silva (2013).

Selles e Ferreira (2004), Lima (2006) e Gonzatti (2008) destacam o fato que, durante o período cíclico anual, ocorrem dois solstícios e dois equinócios, o que equivale a dividir o ano em 4 períodos: primavera, verão, outono e inverno, correspondendo assim às quatro estações do ano. Lima (2006) ao abordar o significado histórico das estações, destaca os fatos utilizados para a nomenclatura de cada período, que foram as condições climáticas dos países pertencentes às zonas temperadas, como os europeus, por exemplo, descrevendo assim o nome e os significados, da seguinte maneira:



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

- Primavera [Do latim: *primo vere* ‘no começo do verão’]; Representa a época primeira, a estação que antecede o verão.
- Verão [Do latim vulgar: *veranum*, i.e., *veranuns tempus*, ‘tempo primaveril ou primaveral’ semelhante a vernal, isto é, relativo à primavera. Estação que sucede a primavera e antecede o outono.
- Outono [Do latim: *autumno*] Usualmente conhecida como o tempo da colheita.
- Inverno [Do latim: *hibernu*, i.e., *tempus hibernus* ‘tempo hibernal’]; Associado ao ciclo biológico de alguns animais que entram em hibernação e se recolhem durante o período de frio intenso. Estação que sucede o outono e antecede a primavera.

Selles e Ferreira (2004) descrevem que no Brasil, os diversos materiais instrucionais geralmente caracterizam as estações de forma não condizente com o observado no contexto brasileiro. Elas são apresentadas iguais às regiões do Hemisfério Norte, com mudanças na paisagem: o inverno é comumente representado por neve, bonecos de neve; para a primavera, a representação é por meio de flores e borboletas; o Sol e a praia são características pertencentes ao verão e as folhas caindo e os frutos, são as associações para o outono.

As características apresentadas nos materiais de ensino não condizem com as diferentes realidades observadas no amplo território Brasileiro, embora sejam típicas de regiões de clima temperado. No entanto, essa não é a única situação no Brasil, onde se tem os climas equatorial, tropical e subtropical. Portanto, é imprescindível discutir com os alunos as diferentes características das estações em cada região, conforme sua localização no globo terrestre, pois as regiões de clima temperado experimentam variações mais significativas das variações da insolação solar no decorrer de um ano (LIMA, 2006; NASCIMENTO; NEIDE; GONZATTI, 2016).

Nascimento, Neide e Borragini (2014) destacam que o modelo de estações do ano verificado em alunos dos cursos de Licenciatura em Biologia e Matemática, nas aulas de Física,



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

apresentam características pertencentes a países europeus, divergindo da realidade brasileira. Devido a grande extensão do nosso país, as estações do ano para o Brasil diferenciam-se conforme a região, não sendo possível diferenciá-las pelas mudanças na paisagem como ocorrem com países do Hemisfério Norte ou em regiões de elevadas altitudes na região Sul do Brasil (LIMA, 2006).

Para o Brasil, o inverno com ocorrência de neve é fato raro e circunscrito a uma pequena região de maiores altitudes pertencente à região Sul; no caso da primavera, ocorre a presença de flores ao longo do ano e não apenas nesta estação (SELLES; FERREIRA, 2004, LIMA, 2006). A presença de frutas também é constante durante o ano nas diversas regiões brasileiras, não ocorrendo apenas no outono e, as ilustrações do verão, a presença dos raios de sol, não são apenas para localidades de praia e sim para boa parte do país (ibidem).

Objetivo

A presente atividade de modelagem computacional por meio do *Software Modellus* foi desenvolvida com o intuito de somar a um material potencialmente significativo na temática das Estações do Ano. Em nossa prática profissional como professor de Nível Superior, verificamos que os alunos provenientes da educação básica trazem concepções distorcidas e equivocadas referente a presente temática.

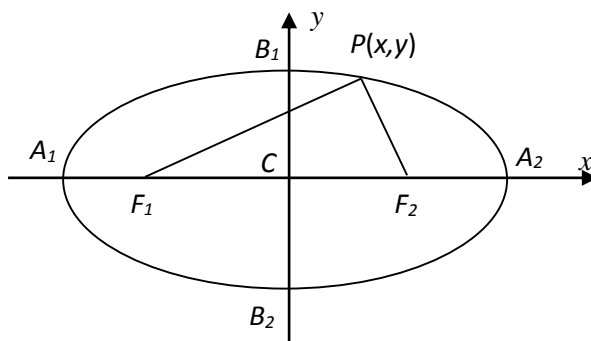
A partir da necessidade de realizarmos uma discussão sobre como está sendo o ensino de Física e de Astronomia, tal atividade de modelagem poderá proporcionar aos alunos da educação básica e de nível superior uma interação com o *software* em questão, o *Modellus*, cuja usabilidade é intuitiva e o mesmo é de distribuição gratuita, fatores estes que serão agentes facilitadores para a contribuição no alcance do objetivo, podendo preencher as lacunas na temática de realização da modelagem, as estações ao ano.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Detalhamento

Uma elipse é um lugar geométrico dos pontos para os quais a soma das distâncias aos dois focos F é constante. Sendo assim, uma elipse (Figura 5) é um conjunto de pontos em um plano cuja soma das distâncias a dois pontos fixos F_1 e F_2 - chamados de focos da elipse - de centro $C(0,0)$, é uma constante, ou seja, $|\overline{F_1P}| + |\overline{F_2P}| = k$, em que $k=2a$ (LEITHOLD, 1994). Os pontos A_1, A_2, B_1, B_2 são os vértices. O eixo maior ($\overline{A_1A_2}$) = $2.a$, e o eixo menor ($\overline{B_1B_2}$) = $2.b$. A distância entre os focos ($\overline{F_1F_2}$) é denominada de distância focal = $2.c$ (Figura 6).

Figura 4 - Representação de uma elipse



Fonte: Do autor, 2016.

Considerando que $2a > 2b$, a equação reduzida da Elipse é dada por:

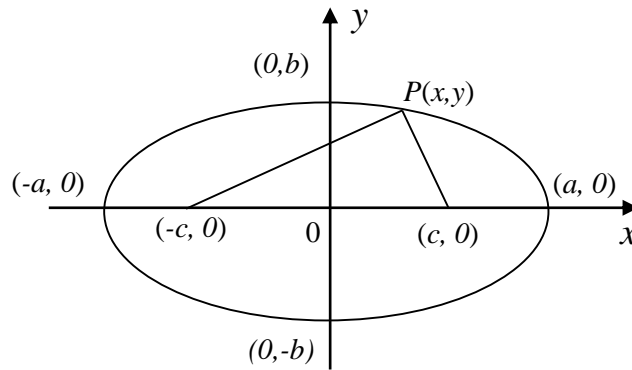
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Os coeficientes a e b são os semieixos da elipse, em que a excentricidade (achatamento) pode

ser obtida por $\varepsilon = \frac{c}{a}$ ou $\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, conforme Figura 6.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

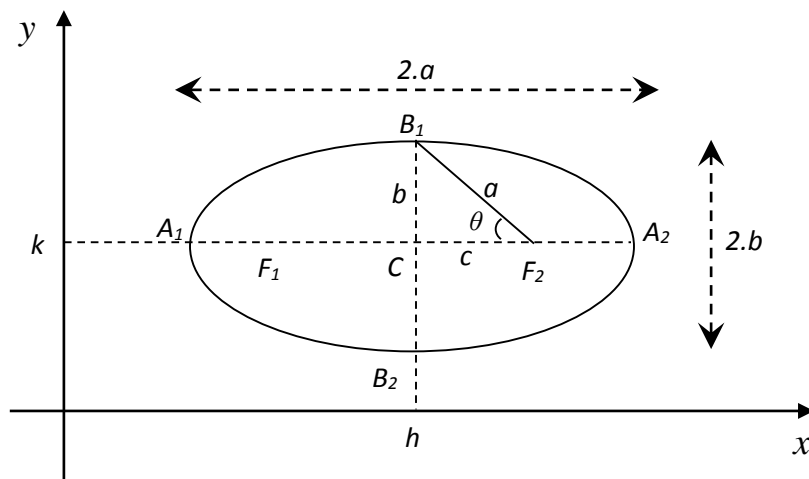
Figura 5 - Elipse com as coordenadas dos focos e vértices



Fonte: Do autor, 2016.

Nascimento (2014) destaca o caso em que a elipse da Figura 6 não tenha seu centro geométrico coincidente com o centro do eixo cartesiano. Então, é necessária a utilização das equações de translações de eixo: $\bar{x} = x - h$ e $\bar{y} = y - k$ para se obter as novas coordenadas (Figura 7) de centro $C(h, k)$.

Figura 6 - Elipse com as coordenadas transladadas



Fonte: Nascimento (2014).



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

É válido destacar que as elipses das Figuras 5, 6 e 7, apresentam uma excentricidade de aproximadamente 0,8667. Conforme a Figura 7, utilizando as equações de translação de eixos e mantendo a condição $2a > 2b$, a equação da elipse, é dada por:

$$\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$$

A equação (4) é a equação reduzida da Elipse, em que $a > b$, ou seja, o eixo horizontal é maior que o vertical. Ao considerarmos o triângulo CB_1F_2 da figura 6, obtemos as seguintes identidades para seno e cosseno:

$$\text{sen}\theta = \frac{y-k}{b} \quad \text{e} \quad \text{cos}\theta = \frac{x-h}{a}$$

Elevando ao quadrado as equações (5) e (6), teremos:

$$\begin{aligned} \text{sen}^2\theta &= \left(\frac{y-k}{b}\right)^2 & \rightarrow & \text{sen}^2\theta = \frac{(y-k)^2}{b^2} \\ \text{cos}^2\theta &= \left(\frac{x-h}{a}\right)^2 & \rightarrow & \text{cos}^2\theta = \frac{(x-h)^2}{a^2} \end{aligned}$$

Ao utilizarmos a relação fundamenta da trigonometria, $\text{sen}^2\theta + \text{cos}^2\theta = 1$ para as equações acima, teremos:

$$\text{sen}^2\theta + \text{cos}^2\theta = 1 \rightarrow \frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1, \text{ resultado este igual ao da equação (4),}$$

em que ao trabalharmos de forma isolada para cada identidade equações (5) e (6), chegaremos as seguintes conclusões:

$$\text{sen}\theta = \frac{y-k}{b} \quad \rightarrow \quad y = k + b.\text{sen}\theta$$



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

$$\cos \theta = \frac{x-h}{a} \quad \rightarrow \quad x = h + a \cdot \cos \theta$$

As equações resultantes anteriores correspondem as da forma paramétrica da Elipse.

De posse destas equações, que correspondem ao nosso **Modelo Matemático**, iremos usá-las no *Modellus* para realizarmos a simulação do movimento planetário, orbitando ao redor de uma estrela, em nosso modelo, a Terra e o Sol.

Interagindo com o *Modellus* em uma atividade exemplo de modelagem utilizando a Função Horária do Movimento Uniforme.

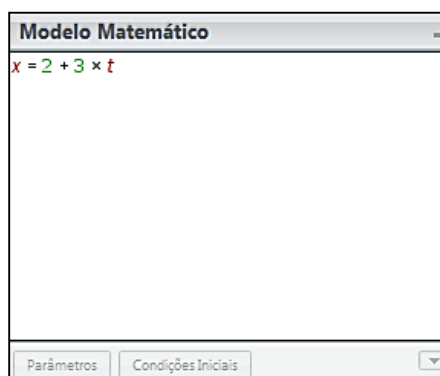
Realizaremos nesta seção a modelagem computacional da função horária do espaço do movimento uniforme, para que assim possamos nos familiarizar com o software e iniciarmos a modelagem do movimento elíptico.

- a) Ao executarmos o *Modellus*, na janela de Modelo Matemático, digitemos a seguinte expressão:

$$x = 2 + 3t$$

Dentro da janela a visualização será a seguinte (Figura 7):

Figura 7 – Janela do Modelo Matemático



Fonte: *Software Modellus X*.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

b) No menu Variável Independente, atribuíamos os seguintes valores:

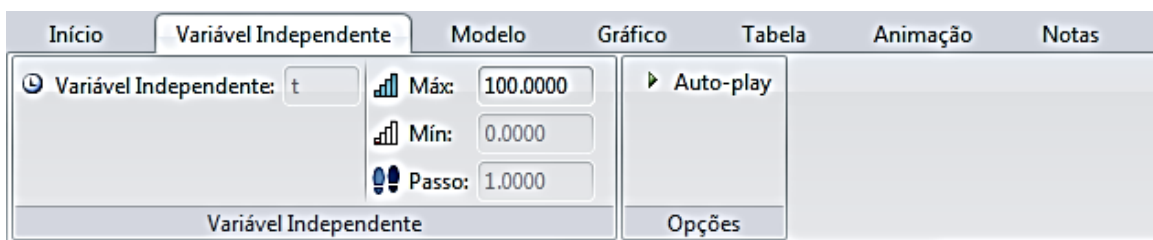
1 – Máximo: 100

2 – Mínimo: 0

3 – Passo: 1

Após os valores inseridos, a visualização deverá ser a da Figura 8:

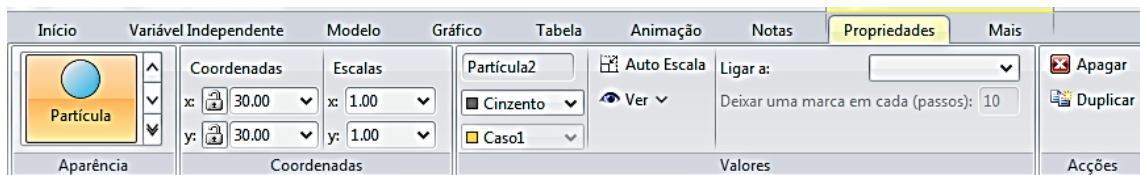
Figura 8 – Menu Variável Independente



Fonte: *Software Modellus X*.

c) No Menu Animação, escolhemos como objeto a Partícula, conforme Figura 9, abaixo:

Figura 9 – Menu Animação

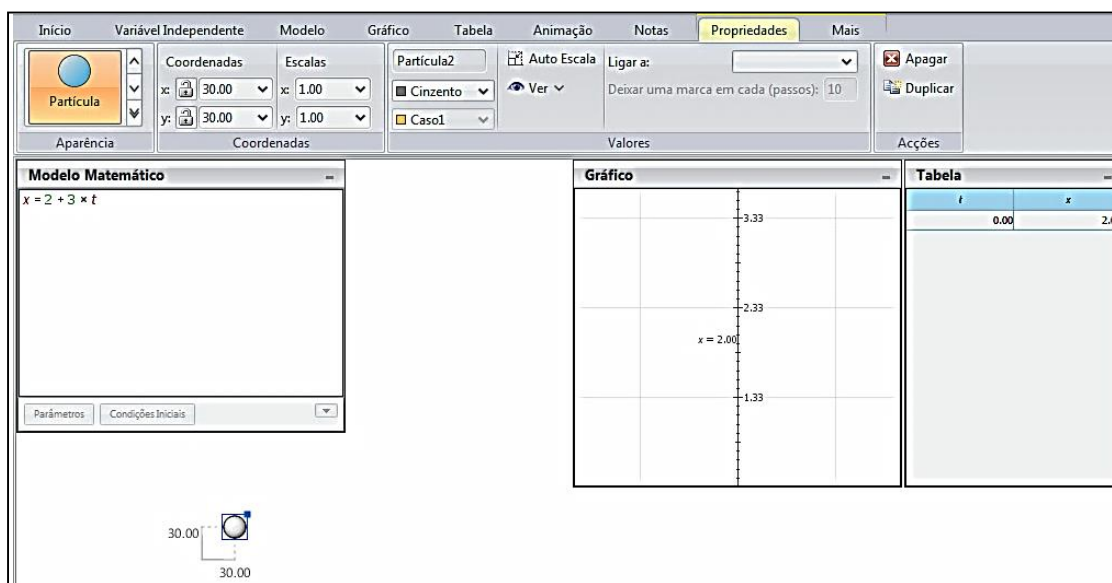


Fonte: *Software Modellus X*.

Na sequência, cliquemos na Área de Animação (Figura 10) para inserirmos a mesma:

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Figura 10 – Área de Animação



Fonte: Software Modellus X.

Atribuíamos também, na opção **Ver**, a propriedade de **ESTROBOSCOPIA**.

- d) Como coordenadas do Objeto, atribuíamos a x , o próprio coeficiente literal x , e para y , o valor 0.0 .
- e) No Menu Gráfico, atribuíamos t , para a variável independente e x , para a variável a ser plotada concomitantemente, bem como deveremos selecionar a função de Auto Escala, conforme Figura 11:

Figura 11 – Menu Gráfico

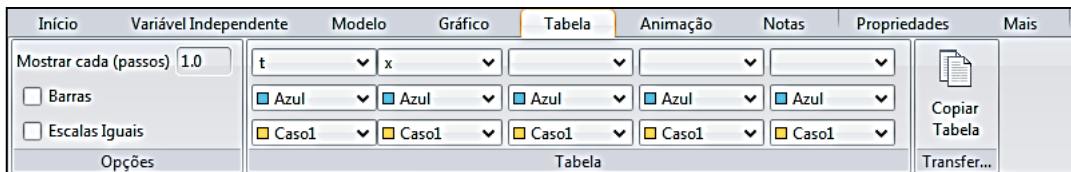


Fonte: Software Modellus X.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

f) No Menu Tabela, o passo deverá ficar 1.0, variável independente e variável, deverão seguir os passos anteriores (Figura 12):

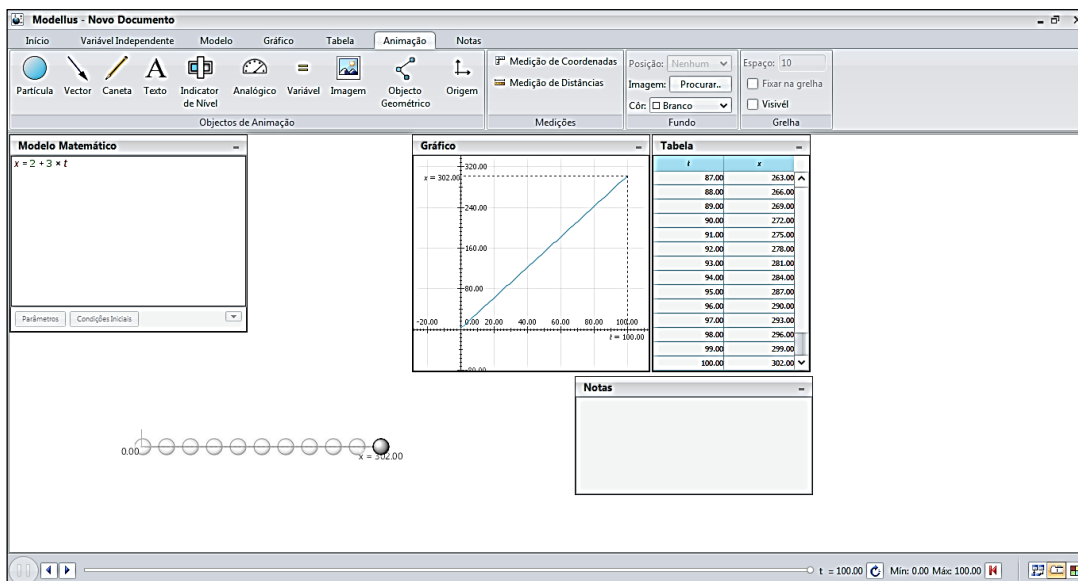
Figura 12– Menu Tabela



Fonte: *Software Modellus X.*

g) Ao clicarmos no botão *play*, o modelo executará e a tela deverá ter o seguinte formato (Figura 13):

Figura 13– Menu Tabela



Fonte: *Software Modellus X.*

Este foi um exemplo de modelagem para o estudo da função do Movimento Uniforme estudando em Mecânica.



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Construção do Modelo Computacional

Abordaremos neste tópico a modelagem computacional para estudo das Estações do Ano. Para que seja possível, o Modelo Matemático a ser utilizado será a equação da Elipse da forma paramétrica, equações (5), deduzidas no tópico 3.

- a) Execute o *Modellus e*, no Menu Animação, escolha Partícula.
- b) Clique na Área de Animação e insira o Objeto.
- c) Retorne ao Menu Animação e altere o Objeto inserido pela que representa o Planeta Terra.
- d) No Menu Animação, insira um Objeto Geométrico e altere o seu **Tipo** para **Segmento de Reta**.
- e) Deixe o Objeto Geométrico com inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$, em relação à direção horizontal.
- f) No Menu Animação, insira o objeto Origem.
- g) Selecione o Objeto Geométrico e na guia Propriedades, faça a sua ligação (Ligar a) com o objeto Origem.
- h) Junte a Terra o seu “eixo de inclinação”, o Objeto Geométrico ligado ao objeto Origem.
- i) No Menu Animação, insira um novo Objeto Partícula, alterando sua Cor, para amarelo. Altere também o seu tamanho com o mouse, de forma a representar o nosso Sol, para o presente modelo. Obvio que o modelo Sol e Terra ficarão fora de proporção, para fins didáticos.
- j) Aproxime Sol e Terra, deixe o periélio e afélio diferenciados em média de 3% de distância, no modelo.
- l) Aproxime os Objetos na Área de Animação.
- m) Já na janela Modelo Matemático, insira as seguintes informações:

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

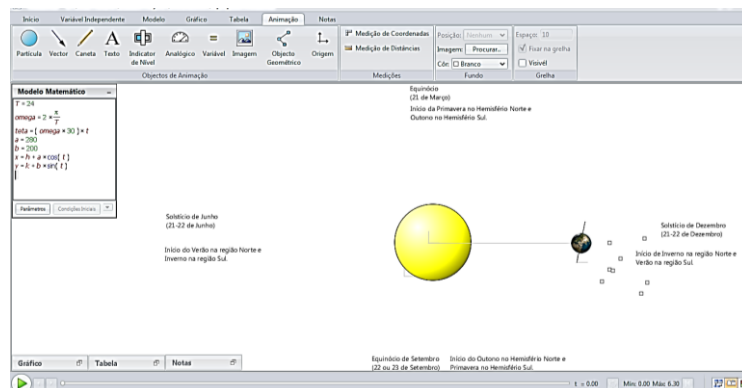
$$T = 24; \quad \omega = 2 \cdot \frac{\pi}{T}; \quad \theta = (\omega)t; \quad a = 280; \quad b = 200;$$

$$x = h + a \cdot \cos(t), \quad y = k + b \cdot \sin(t)$$

- n) Selecione o Objeto Terra.
- o) No Menu Propriedades, atribua como as coordenadas $x = x$ e $y = y$.
- p) As escolas para x e y , atribua uma unidade para cada. Selecione para visualização (**Ver**), **Trajétória e Eixos**.
- q) No Menu Mais, Selecione **Ângulo** e dentro de ângulo, **teta**.
- r) Selecione o “Eixo inclinado da Terra”, em sua **origem** e na guia Propriedades, atribua como coordenadas, x e y .
- s) Nas posições correspondentes aos Solstícios e Equinócios, insira o objeto Texto, acrescentando as informações correspondentes.
- t) Clic no botão play e verifique o desenvolvimento da Modelagem.

O modelo computacional poderá ser executado, conforme Figura 14 e após a execução o formato será o da Figura 15:

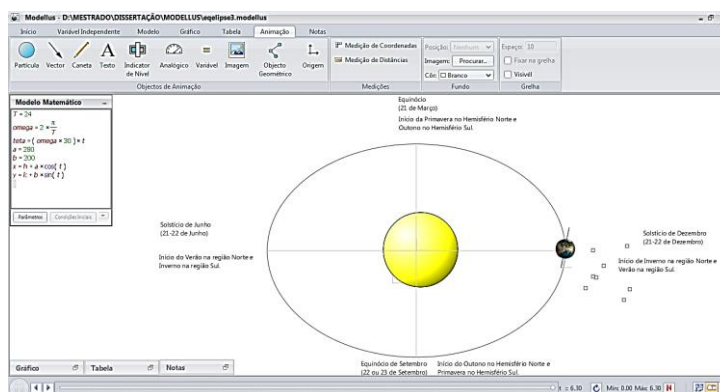
Figura 14 – Modelo computacional



Fonte: Software Modellus X.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Figura 15 – Modelo após execução



Fonte: *Software Modellus X.*

É possível alterarmos os valores do semieixo maior e menor, com as informações correspondentes ao do sistema Sol-Terra:

$$a = 149.598$$

$$b = 149.577.$$

Com estes valores, perceberemos que a elipse modelada passará a ter um formato semelhante a uma circunferência, devido ao baixo valor de excentricidade.

6. Resultados obtidos

Como citado anteriormente, o trabalho apresentado nesta produção educacional foi utilizado com uma turma de PROEJA, em uma escola de Educação Profissional localizada em Belém/PA. Anteriormente ao PROEJA, a presente produção também foi utilizada com alunos de graduação em Biologia e Matemática (observando os níveis exigidos nas graduações), como



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

detalhado por Nascimento, Neide e Borragini (2014), Nascimento (2015) e Nascimento et al. (2015). Conforme Selles e Ferreira (2004) e Lima (2006) as quatro estações do ano com características bem definidas, que as distinguem entre si, são típicas de regiões pertencentes ao Hemisfério Norte, apresentando mudanças na paisagem (clima temperado), nos seres vivos, nos frutos e no florescimento de plantas. Para o Brasil, o mais adequado é a abordagem do fenômeno por meio da associação às regiões do território nacional, haja vista não ocorrerem os contrastes típicos do clima temperado (SELLES; FERREIRA, 2014). Estas características foram apresentadas pelos respondentes da presente questão, indicando uma possível transição conceitual de aprendizagem na temática em questão.

De acordo com a presente produção educacional, podemos perceber que o conceito de solstício foi melhor assimilado pelos alunos, possivelmente por conta das estações associadas a eles, percebidas pelos discentes. Nas respostas transcritas na terceira questão, é possível verificar indícios de aprendizagem significativa, pois os alunos conseguiram reconciliar de forma integrativa a inclinação do eixo imaginário da Terra com a ocorrência das estações verão e inverno, nos solstícios.

Quanto a causa das estações do ano, o eixo imaginário da Terra, os argumentos e respostas dos alunos forneceram indícios de aprendizagem significativa para a maioria dos alunos, assim como a caracterização das estações verão e inverno. Conforme as respostas dos alunos na oitava questão, percebi indícios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Ao analisar as repostas dos alunos, percebi que os conhecimentos prévios potencialmente necessários para o entendimento das estações possivelmente interagiram com o modelo apresentado, permitindo que os processos de ensino e de aprendizagem nesta turma, sobre este tema, possivelmente fossem facilitados. As argumentações e respostas citadas anteriormente me permitem chegar a essa conclusão.

Os discentes conseguiram também confrontar os modelos das quatro estações do ano, ou seja, o que já conheciam e o apresentado na aula, verificando desta forma as semelhanças e



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

as diferenças confusas entre ambos, possibilidades da reconciliação integradora, na oitava, nona e décima questões. Os alunos conseguiram novamente reconciliar os conteúdos, pois, seus argumentos foram em função da localização geográfica das estações no território brasileiro e não conforme o modelo europeu. Conseguiram estabelecer a conexão com o fato de nos encontramos fora das zonas temperadas, dando-me indícios de diferenciação progressiva também.

Por fim, foi possível discutir também a necessidade de tratar ou não de quatro estações do ano nas regiões próximas a linha do equador, bem como a abordagem referente ao fenômeno conhecido como o Sol da Meia-Noite característico dos extremos verticais de nosso planeta

Referências

ARAÚJO, I. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos em Cinemática.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre; 2002.

CANALLE, João Batista Garcia. **Oficina de astronomia.** Rio de Janeiro: UERJ/Observatórios Virtuais, 2010. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2014.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica.** 01. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. v. 01. 585p.

GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. **Um Curso Introdutório à Astronomia para a Formação Inicial de Professores de Ensino Fundamental, em nível médio.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica.** 2.a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. v. 1. 760 p.

LIMA, Everaldo José Machado de. **A visão do professor de ciências sobre as estações do ano.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina. 119f. 2006.



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas**. I Encontro Regional de Aprendizagem Significativa I ERAS NORTE. UEPA, Belém, 2013. Disponível em:

<http://paginas.uepa.br/erasnorte2013/images/sampled/figuras/aprend_%20signif_%20org_prev_mapas_conc_diagr_v_e_ueps.pdf>. Acesso em: 23 abr. de 2014.

NASCIMENTO, Jefferson Oliveira do. **A utilização da tecnologia aplicada ao ensino de física: a modelagem computacional das estações do ano por meio do *Software Modellus***. Monografia de Especialização. UNAMA, Belém, 2014.

NASCIMENTO, J. O. do; NEIDE, I. G; GONZATTI, S. E. M. **Modelagem e simulação computacional no ensino de Física: Uma proposta de estudo de caso com o PROEJA**. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia/MG. Anais do XXI SNEF, 2015. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0527-2.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2015

NASCIMENTO, J. O. do; NEIDE, I. G.; BORRAGINI, L. F. Modelagem computacional com o Software Modellus: estudando as estações do ano. In: XV EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2014, São Sebastião-Mareias/SP. **Anais do XV EPEF**, 2014. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xv/sys/resumos/T0355-1.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2015.

NASCIMENTO, Jefferson Oliveira do; JACOB JUNIOR, Antônio Fernando Lavareda; NEIDE, Italo Gabriel. **A utilização da tecnologia aplicada ao ensino de Física: a modelagem computacional das estações do ano por meio do *software modellus***. III Workshop ciência, tecnologia e arte da amazônia universidade da amazônia – UNAMA, v. 1. p. 46-48, Belém, 2014. Disponível em:<http://www.unama.br/wcta/images/publicacoes2014/wcta2014_04_resumo.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2014.

NASCIMENTO, Jefferson Oliveira do. **O Ensino de Física por meio de ferramentas tecnológicas: um estudo de caso com o PROEJA**. Dissertação de Mestrado. UNIVATES. Lajeado: UNIVATES, 2015. 252 p.

NASCIMENTO, J. O. do et al. (2015). **Um modelo computacional para o estudo de fenômenos astronômicos**. In: XVIII Encontro Nacional de Modelagem Computacional, 2015, Salvador. Anais do XVIII Encontro Nacional de Modelagem Computacional. Nova Friburgo:



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

IPRJ/UERJ, 2015. v. 1. p. 1-10. Disponível em: <http://nbcgib.uesc.br/emc/templates/prg_tecnicas.pdf>. Acesso em 01 dez. 2015.

NASCIMENTO, J. O. do; NEIDE, I. G.; GOZATTI, S. E. M. **Objetos de aprendizagem e o Microsoft Excel como ferramentas auxiliares no Ensino de Física**. Caderno Pedagógico (online), Lajeado, v. 13, n. 01, 2016. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/991/979>>. Acesso em: 13 out. 2016.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

TEODORO, V. D. **From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics**. In: INTERNATIONAL CoLos CONFERENCE NEW NETWORK-BASED MEDIA IN EDUCATION. Maribor, Slovenia: 1998. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/textos/VDTeodoro1998.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

TEODORO, Vítor Duarte; NEVES, Rui Gomes. **Mathematical modelling in science and mathematics education**. Computer Physics Communications, Volume 182. Páginas 8-10. 2011. Disponível em: <http://modellus.fct.unl.pt/file.php/1/Teodoro_Neves_2011_Mathematical_modelling_in_science_and_mathematics_education_Computer_Physics_Communications.pdf>. Acesso em: 03 mar de 2014.

UHR, A. P. **O Sistema Solar: Um programa de Astronomia para o ensino médio. Textos de Apoio ao Professor de Física** - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, v. 18, n. 6, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n4_Uhr.pdf>. Acesso em 01 out. 2013.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Apêndice

Exercício na temática de Terra como um cósmico utilizando o *Software Modellus*.

- 1) Ao executar a modelagem descrita anteriormente, atribua ao modelo computacional, na caixa **Modelo Matemático** as seguintes informações numéricas:

$$a=149.598$$

$$b=149.577$$

$$h=0$$

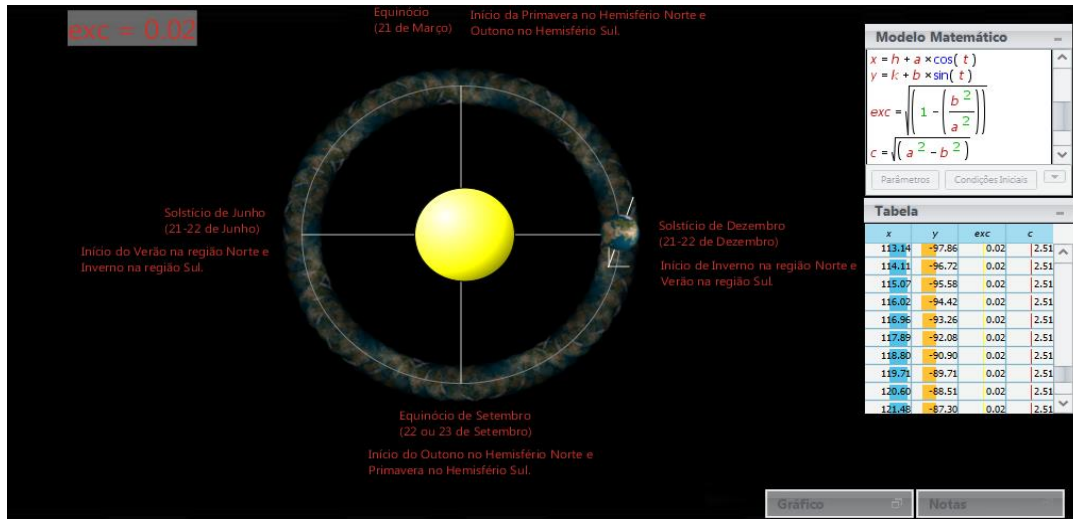
$$k=0$$

- a) Verifique se o seu modelo computacional está conforme imagem abaixo, faça as alterações necessárias de cores para deixa-lo semelhante a seguinte figura:



- b) Clic no botão *play* e verifique o desenvolvimento da Modelagem, tendo como resultado a imagem a seguir, utilizando os valores para o sistema Terra-Sol:

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO



- 2) Considerando o modelo computacional disposto no *Modellus*, com os parâmetros anteriores ainda alterados por você, atribuindo aos coeficientes literais os valores corretos para o sistema Terra-Sol, ao observar a modelagem:
 - a) Faça o desenho da trajetória realizada pela Terra ao redor do Sol. Qual o nome desta trajetória?
 - b) Explique o porquê da trajetória visualizada na modelagem ser semelhante a uma circunferência.
 - c) Quais os valores alterados na modelagem computacional que ratificam a forma da trajetória da Terra ao redor do Sol? Explique sua resposta.
- 3) Quais as estações que iniciam na data de Solstício? O que significa a esta data?
- 4) Quais as estações que iniciam na data de Equinócio? O que significa a esta data?



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

- 5) Ao compararmos a duração do dia (tempo de claridade) e da noite (tempo de escuridão) entre Solstício e Equinócio, qual a conclusão que chegaremos?
- 6) Quando ocorrem os equinócios, qual a relação entre a duração dos dias e das noites? Essas datas marcam o início de quais estações?
- 7) Qual fator se pode citar como causa para a ocorrência das estações do ano?
- 8) Explique as características das estações verão e inverno nos diferentes Hemisférios Terrestres.
- 9) Explique as características das estações primavera e outono nos diferentes Hemisférios Terrestres.
- 10) Leia atentamente a afirmativa a seguir: “A variação da insolação solar devido à variação de 3% da distância Terra-Sol entre as posições afélio e periélio apresenta valor de 0,94. Tal resultado nos remete ao pensamento que em janeiro (periélio) a insolação solar é de 6% maior do que em junho (afélio), tornando as estações mais rigorosas no Hemisfério Sul do Planeta Terra do que no Norte”. A afirmativa acima está correta? Explique sua resposta.
- 11) Podemos afirmar que temos as quatro estações do ano na Região Norte do Brasil, especificamente em Belém/PA? Explique sua resposta.