

ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE UM CURSO A DISTÂNCIA PARA AUXILIAR NA VERIFICAÇÃO DE INVARIANTES OPERATÓRIOS

ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS IN HIGH SCHOOL: A PROPOSAL FOR A DISTANCE LEARNING COURSE TO ASSIST IN THE VERIFICATION OF OPERATIONAL INVARIANTS

Aline Tiara Mota¹

¹ Universidade Federal de Itajubá/Mestranda em Ensino de Ciências, alinemota83@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta de curso a distância de Astronomia e Astrofísica envolvendo conceitos de Gravidade e Luz. A tecnologia é apontada como motivadora e necessária ao desenvolvimento das discussões que têm como objetivo a identificação dos invariantes operatórios dos alunos. Conclui-se que a Astronomia como campo conceitual proporciona a essa identificação de forma mais nítida, quando aliada à tecnologia.

Palavras-chave: Campos Conceituais; Ensino de Astronomia; Curso a distância.

Abstract

This paper proposes a distance learning course for Astronomy and Astrophysics involving concepts of Gravity and Light. The technology is seen as motivating and necessary for the development of the discussions that are aimed at the identification of operational invariants students. It follows that as the conceptual astronomy provides the identification of this more clearly, when combined with the technology.

Keywords: Conceptual Fields, Teaching of Astronomy, Distance Learning Course.

INTRODUÇÃO

Diante da nova realidade que se apresenta, crianças e adolescentes se desenvolvem em um mundo mais aberto onde o acesso à informação é bem mais barato se comparado há vinte ou trinta anos atrás. Neste contexto, é importante construir uma cultura digital que esteja voltada a educação, possibilitando o uso efetivo de recursos tecnológicos.

Por outro lado, temos a Astronomia, que possui papel fundamental na formação dos jovens, como apontam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou do mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002).

Essa formação tem se resumido a apenas um bimestre do Ensino Médio, onde os alunos aprendem Gravitação Universal e Leis de Kepler. Pouco se discute os fatores históricos que levaram ao desenvolvimento das concepções de mundo. Em alguns livros, exemplifica-se a questões das estações do ano e dos eclipses, mas sem realizar discussões mais profundas sobre isso.

Desta forma, a presente proposta visa aliar a Tecnologia e a Astronomia, analisadas sob a perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud.

A ASTRONOMIA NO CONTEXTO DA TECNOLOGIA

É sabido que a Astronomia é uma ciência tradicionalmente observacional. A maior parte das pessoas desconhece, por exemplo, que quando olham para o céu estão observando o passado, já que a luz das estrelas que identificamos leva muitos anos para chegar à Terra¹. Neste contexto, os fenômenos da Astronomia ocorrem a distâncias muito grandes, literalmente astronômicas². Ao olharmos para a esfera celeste, temos a impressão de que as todas as estrelas estão à mesma distância umas das outras. Mas, na realidade, elas podem estar a milhares de anos-luz, em relação a suas profundidades. Com uma observação sistemática podemos compreender melhor estas configurações, isto é, é necessário “aprender a ver”.

Autores como Langhi; Nardi (2005) apresentam uma classificação das dificuldades gerais de professores sobre o tema, por meio do exame analítico de seus discursos. Nesta análise, os autores identificaram nas falas dos participantes que a Astronomia faz parte de uma realidade distante do mundo dos alunos, alguns conceitos são difíceis de entender e explicar. Além disso, as dificuldades de realizar visitas a observatórios, planetários, bem como outros fatores relacionados à insegurança pessoal do professor e a falta de uma formação adequada, colaboram para que essas dificuldades se acentuem. Assim, professores e alunos compartilham dúvidas e equívocos sobre tais conceitos.

Sabe-se que grande parte do material utilizado pelos professores é textual. Para Silva (2009), a apresentação do conteúdo de forma apenas textual não parece ser eficiente no processo de aprendizagem. É fácil imaginar a Lua girando ao redor da Terra e estas duas, girando ao redor do Sol, considerando que o plano da órbita da Terra em torno do Sol não é o mesmo da Lua ao redor da Terra? Esta dificuldade pode estar associada ao fato de uma mudança de referencial.

Em sua tese de doutorado, Leite (2006), investigou algumas concepções de professores do EM por meio de um curso de formação, que tinha como foco atividades relacionadas à espacialidade. A autora conclui que os professores possuem grande dificuldade em relação ao que Piaget chamou de “centração” ou “não coordenação” de perspectivas, ou seja, um apego ao ponto de vista único e primeiro, com ausência de articulações entre o que eles veem e aquilo que estudam. Sobre os conhecimentos espaciais e sua complexidade, a autora afirma que

¹ A unidade de distância “ano-luz” nos ajuda a entender este fenômeno. Por exemplo, a estrela alfa centauri, a mais próxima da Terra depois do Sol, está distante 4,2 anos-luz. Isto significa que a luz saiu da estrela há 4,2 anos, por isso, vemos o passado.

² De acordo com o dicionário online Priberam, o adjetivo “astronômico” significa “muito elevado ou de grandes proporções”.

se de um lado, os conhecimentos espaciais cotidianos nos parecem intuitivos e naturais, por outro esses mesmos conhecimentos tornam-se de difícil aquisição quando as distâncias e os tamanhos são muito diferentes da nossa vivência mais próxima, até pela falta de uso deles. Não é a toa que durante muito tempo a nossa própria casa, a Terra, foi considerada como plana. Apenas quando o homem pode ampliar seus horizontes e caminhar longas jornadas, não apenas físicas, é que o conhecimento sobre a forma do planeta se ampliou. (LEITE,2006 , p.24)

Em relação à construção tridimensional das imagens astronômicas, Leite (2006) ainda nos alerta que observar apenas uma imagem do Sol, dos planetas, das estrelas e da Lua, nos dá uma noção plana desses astros. A distância e o lento movimento dos astros no céu torna difícil a formação de uma imagem tridimensional. Assim, o que antes era estudado somente com o auxílio dos livros didáticos que exibiam figuras estáticas que precisavam ser imaginadas pelo aprendiz, hoje, com os materiais didáticos apoiados em recursos computacionais, é possível ampliar essa visão e facilitar a construção de modelos mentais.

Neste contexto, as simulações tem grande importância para o ensino da Astronomia, uma vez que podem auxiliar o professor em suas explicações promovendo atividades centradas nas tarefas³. Por outro lado, estimulam a aprendizagem já que facilitam a compreensão da espacialidade pelo aluno e modificam a forma como este atua frente às situações com as quais se confronta. Elas permitem modificar os parâmetros e alterar os referenciais de observação, o que não é possível com as figuras estáticas dos livros didáticos.

Para outros autores, como Lévy (2000), as simulações auxiliam a memória, constituindo-se em uma ampliação da imaginação.

Ainda que possamos evocar mentalmente a imagem do castelo de Versalhes, não conseguimos contar suas janelas “de cabeça”. O grau de resolução da imagem mental não é suficiente. Para chegar a esse nível de detalhe, precisamos de uma memória auxiliar exterior (gravura, pintura, fotografia), graças a qual nos dedicaremos a novas operações cognitivas: contar medir, comparar etc. A simulação é uma ajuda à memória de curto prazo, que diz respeito não a imagens fixas, textos ou tabelas numéricas, mas a dinâmicas complexas. A capacidade de variar com facilidade parâmetros de um modelo e observar imediata e visualmente as consequências dessa variação constitui uma verdadeira ampliação da imaginação. (LÉVY, 2000, p. 166)

A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud é uma teoria cognitivista que foi desenvolvida para estudar as condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno, considerando que o cerne de seu desenvolvimento cognitivo é a conceitualização do real. Por isso, Vergnaud, propõe repensar a aprendizagem para que ela fique mais significativa para os alunos. Nessa perspectiva, o conceito só terá sentido para o aluno se lhe for oferecido em forma de situações- problemas. A teoria dos campos conceituais tem por finalidade oferecer um referencial teórico para compreender as continuidades e rupturas entre conhecimentos, que se entende tanto pelo saber fazer e saber expresso dos alunos.

³ Tarefa no sentido de situação, como definida por Vergnaud.

Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais, que é como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados. Para que o aluno domine este conhecimento leva algum tempo e deve-se levar em conta a experiência, maturidade e aprendizagem. Nessa perspectiva, campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente entrelaçados durante o processo de aquisição (VERGNAUD, 1996).

De acordo com a teoria, um conceito possui as seguintes características:

- Um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação;
- Uma situação não se analisa com um só conceito;
- A construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito é um processo lento, com analogias e mal entendidos entre situações, concepções, procedimentos e significantes.

Na teoria dos campos conceituais, a conceitualização é a pedra angular da cognição e por isso a necessidade de dar atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e a análise conceitual das situações para possibilitar que os alunos desenvolvam seus esquemas dentro da escola e fora dela. Sendo assim a teoria de campos conceituais é considerada como uma unidade de estudo para dar sentido às dificuldades observadas na conceitualização do real. Com isso, chega-se ao conceito do conceito, que é um conjunto de invariantes utilizáveis na ação, que implica num conjunto de situações que constituem o referente. Daí, o conceito pode ser conceituado como um triplete de três conjuntos: S= conjunto de situações que dão sentido ao conceito (realidade), I= conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) nas quais repousa a operacionalidade do conceito (o significado) e R= conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais) que podem ser reconhecidas e usadas para representar esses invariantes (significante).

Os conceitos, portanto, tornam-se significativos através das situações que dele decorre, sendo assim, as situações passam a ser a principal entrada de um campo conceitual, uma vez que dão sentido aos conceitos. Os processos cognitivos e as respostas dos alunos são funções das situações com as quais é confrontado.

A organização invariante do comportamento para uma determinada situação, onde é possível verificar os conhecimentos-em-ação dos alunos, Vergnaud chama de esquemas. O esquema fornece especificações tais como: metas e antecipações, regras de ação, invariantes operatórias e possibilidades de inferência. Os invariantes operatórios é que fazem a articulação necessária entre a teoria e a prática, pois são os conceitos contidos nos esquemas, conceito-em-ação e teorema-em-ação, que possibilitam a percepção e a busca de informação do aluno. Sendo assim, essas duas expressões: conceito-em-ação (proposições tidas como verdadeiras sobre o real) e teorema-em-ação (objetos, predicados, categorias de pensamento, pertinentes e relevantes à situação) são as invariantes operatórias que compõem os esquemas. (VERGNAUD, 1996).

O CURSO DE ASTRONOMIA

Esta proposta é fruto de um trabalho de mestrado que se encontra em desenvolvimento. Considerando a Astronomia como um campo conceitual, pois os

conceitos envolvidos em seu estudo não se formam em apenas uma situação, uma situação não se analisa com um só conceito e é preciso um longo período, entre idas e vindas, para que se construam as diversas possibilidades para os entendimentos dos conceitos, temos a oportunidade de elaborar diversas situações que nos levam à possibilidade de reconhecer os invariantes operatórios dos alunos, reforçando assim característica de interlocução que tais atividades proporcionam.

O curso será ministrado a distância, utilizando o ambiente virtual de aprendizagem TelEduc. A opção pelo curso a distância justifica-se pela necessidade de investigar o desempenho de adolescentes, acostumados ao mundo digital, em uma dinâmica que utilizará simulações, vídeos e a própria interação no ambiente como recursos didáticos.

Os sujeitos da pesquisa serão alunos do ensino médio (1º, 2º e 3º ano) de uma escola particular do sul de Minas Gerais. Trata-se de escola com poucos alunos, na qual, 6 alunos estão no 1º ano, 8 no 2º ano e 4 no 3º ano, totalizando 18 alunos. Ficou estabelecido como a professora da disciplina que o curso faria parte da avaliação do primeiro bimestre e seria, portanto, obrigatório.

Os objetivos da pesquisa são:

- Criar situações (do ponto de vista de Vergnaud) que possibilitem a conceitualização dos conceitos de Gravidade e Luz;
- Identificar, a partir das ferramentas do ambiente e de entrevistas posteriores, os invariantes operatórios utilizados na conceitualização;
- Promover alterações nas regulações cognitivas expressas pelos alunos por meio dos invariantes operatórios, a fim de promover um avanço em suas concepções.

O curso terá 14 aulas, postadas no ambiente virtual 2 vezes por semana, totalizando 7 semanas. Este período, relativamente longo se comparado a outros cursos de natureza semelhante, se justifica pela necessidade de um conceito ser desenvolvido por um longo período, entre erros e acertos, com o objetivo de se ter um tempo maior para avaliar esta evolução. A distribuição das aulas pode ser analisada no Quadro 01:

Quadro 01: Distribuição das Atividades

AULA	TEMA	RECURSOS AVA
1	Astronomia Clássica; modelo geocêntrico.	Atv 1.1 – Vídeo do globo ciência sobre Aristóteles (http://globotv.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/aristoteles-e-o-mundo-da-razao-integra/1654971/); Atv 1.2 – Modelo Geocêntrico de Ptolomeu (texto); Atv 1.3 – Atividade no portfólio.
2	Modelo heliocêntrico; discussão sobre a necessidade do modelo heliocêntrico.	Atv 2.1 – Modelo Heliocêntrico (texto); Atv 2.2 – Atividade prática – construção de um sextante - vídeo sobre a construção do sextante; Atv 2.3 - Observação do movimento aparente dos astros (roteiro).
3	Constelações	Atv 3.1 – Vídeo sobre constelações; Atv 3.2 – Reconhecendo constelações no planetário virtual (http://neave.com/pt/planetario/).

4	Evidências heliocêntricas de Galileu e a Ideologia da Igreja Católica.	Atv 4.1 – Vídeo do youtube sobre Galileu (http://www.youtube.com/watch?v=LtSBXOYH5KM); Atv 4.2 – Atividade no portfólio.
5	Sistemas de coordenadas (local e equatorial). Consolidação do Heliocentrismo - Leis de Kepler	Atv 5.1 - Vídeo sobre os SHL e SE; Atv 5.2 – Vídeo da série “Poeira das Estrelas” sobre Kepler; Atv 5.3 – Leis de Kepler – vídeo aula expositiva sobre as 3 leis.
6	Gravitação Universal	Atv 6.1 – Gravitação Universal (texto); Atv 6.2 - Vídeo – orientação sobre o simulador da gravidade do PHET Gravity Force Lab (http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics); Atv 6.3 – Resolução de questões utilizando o simulador Gravity Force Lab (http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics). Proposta de resolução utilizando o fórum de discussões. 1º Encontro On-Line – Discussão via chat com orientações sobre a atividade de gravitação.
7	Sistemas de coordenadas e gravitação – organizando as ideias	Atv 7.1 – Apresentação dos grupos, mandando mensagem aos colegas. Atv 7.2 – Resolução em grupo de uma situação problema envolvendo rotação da Terra com auxílio do simulador da UFRGS (http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/rotacao_esfcel.htm) Atv 7.3 – Proposição de uma pergunta no fórum de discussões sobre gravidade e rotação da Terra. 1º Encontro On-Line (turma 2) – Discussão via chat usando o simulador do IF UFRGS (http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/rotacao_esfcel.htm).
8	Fenômenos Astronômicos	Atv 8.1 – Passeio pelo simulador das estações do ano, movimentos da terra, fases da lua e eclipse (http://www.fsc.ufsc.br/~tati/web_sica/sis-solar/index-sistsolar.html) Atv 8.2 – Responder no portfólio 4 questões sobre o simulador explorado.
9	Astronomia e Tecnologia – Satélites e Viagens espaciais	Atv 9.1 – leitura sobre movimento orbital. Atv 9.2 – Atividade com o simulador http://www.if.ufrgs.br/cref/maikida/projetilsatelitec.html Atv 9.3 – Atividade desenvolvida no bate-papo com auxílio do simulador “faça sua estrela” como atividade investigativa da formação estelar.
10	Astrofísica Estelar	Atv. 10.1 – leitura do texto no site da FioCruz: http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=729&sid=9 Atv. 10.2 – texto de apoio sobre estrelas. Atv 10.3 – Fórum de discussões: como é produzida a luz de uma estrela?

11	Astrofísica Estelar	Atv.11.1 – Animação sobre a formação e evolução estelar; Atv 11.2 – Fazer um texto de 1 página explicando a evolução estelar (com as próprias palavras) juntando as ideias do simulador da evolução estela , discutida no bate-papo) e da atividade 11.1.
12	Luz	Atv 12.1 – Vídeo do Telecurso 2000 sobre a discussão da natureza da luz (http://www.youtube.com/watch?v=mxrDHwkxaDA) Atv 12.2 – Responder no portfólio
13	Luz	Atv 13.1 – A luz como onda (texto); Atv 13.2 – Responder a questões no Portfólio.
14	Luz	Atv 14.1 – Propagação da Luz, distâncias no Universo (texto); Atv 14.2 – Responder a questões no portfólio.

IDENTIFICANDO OS INVARIANTES OPERATÓRIOS

No contexto da Teoria dos Campos Conceituais, uma situação é entendida no sentido de se resolver uma tarefa. Portanto, tanto conceitos como problemas a serem resolvidos constituem-se em artefatos que promovem o desenvolvimento cognitivo. As atividades propostas para o curso contam com o auxílio das ferramentas do AVA para a identificação dos conceitos-em-ação e dos teoremas-em-ação, na tentativa de estimular a explicitação destes invariantes pelos alunos.

Note que na maioria das atividades é solicitado ao aluno que ele responda a algumas questões em seu portfólio (uma ferramenta que possibilita ao aluno a inserção de textos, links e arquivos). O portfólio possui uma função chamada “Comentar”. Esta possibilitará as trocas “verbais” entre o formador e o aluno. Veja na figura 01 como é possível registrar esse diálogo:



Figura 01: Portfólio

Em seguida, tenta-se manter um diálogo com o aluno, a fim de investigar como o mesmo constrói seu raciocínio. Este raciocínio é composto por esquemas de conhecimento, cujos ingredientes são os invariantes operatórios.

Como exemplo desta metodologia de identificação, propomos um diálogo fictício, a fim de ilustrar como se pretende utilizar a ferramenta:

Aluno: _ A gravidade depende da massa;

Formador: _ Por que você chegou a esta conclusão? Identificou no simulador?

Aluno: _ Sim, porque quando aumenta o valor da massa, aumenta a força.

Formador: _ Mas se você aumentar somente uma das massas?

Aluno: _ A força também aumenta;

Formador: _ A força depende das duas massas ou somente de uma?

Aluno: _ A que tiver maior massa tem mais força;

Formador: _ Mas, volte no simulador. São duas forças diferentes?

Aluno: _ Não, é uma só.

Formador: _ Então depende das duas massas?

Por meio deste diálogo meramente ilustrativo, notamos a tentativa de fazer com que o aluno explique “como pensou” até chegar a uma conclusão sobre o que respondeu. Neste contexto, a ferramenta possibilitará o registro das respostas, auxiliando o aluno a lembrar o que tinha respondido anteriormente. Assim, este é um diferencial tanto para o pesquisador quanto para o aluno, pois assim, podem entender como construíam suas representações sobre determinado teorema ou conceito.

Além do portfólio, a ferramenta “bate-papo” permite que estas discussões sejam feitas de forma síncrona, possibilitando o uso dos simuladores escolhidos em tempo real.

CONCLUSÕES

A Astronomia é um campo conceitual muito rico, que permite explorar sob diversos ângulos as potencialidades de seus conceitos. Tendo em vista suas necessidades espaciais e pouco triviais de abstração, os simuladores são importantes nas representações e, se utilizados de forma que auxiliem na construção dos conceitos, podem transformar a maneira de ensinar e aprender.

Considerando o fator interação, o recurso tecnológico é importante por caracterizar um ambiente de trocas de ideias, diálogo e tentativa de se construir aos poucos as ideias necessárias à conceitualização. Se o professor/formador consegue identificar nas falas dos sujeitos, erros conceituais, poderá intervir em suas regulações cognitivas a fim de estimular o aluno a repensar suas concepções.

Além de proporcionar as situações anteriormente citadas, é uma boa ferramenta para a pesquisa na área, pois os dados ficam registrados e podem ser consultados posteriormente, facilitando as transcrições e análises. Podemos dizer que as ferramentas transformam o formador em pesquisador, se considerarmos que ele terá em mãos um material que poderá ser analisado e que certamente contribuirá para futuras reformulações em suas práticas de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

LANGHI , R; NARDI, R. **Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia**. Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, n.2, p75-92, 2005.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 2ed. São Paulo: Editora 34, 2000.

VERGNAUD, G. **A teoria dos campos conceituais**. In: BRUN, Jean (dir.). Didáctica das matemáticas. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: INSTITUTO PIAGET, p. 155–191,1996.

LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação da Usp. 2006. Disponível em: http://www.dme.ufscar.br/btdea/arquivos/td/2006_LEITE_T_USP.pdf> Acesso em: 30mai 2012.

SILVA, T. **Ensino a Distância e Tecnologias na Educação: O Estudo de Fenômenos Astronômicos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v26, n.3, p.533 – 546, dez. 2009.