

## **Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior**

**Franciana Pedrochi<sup>1</sup>, Marcos Cesar Danhoni Neves<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá. E-mails: [fran@dfi.uem.br](mailto:fran@dfi.uem.br), [francianap@hotmail.com](mailto:francianap@hotmail.com), [www.pet.dfi.uem.br](http://www.pet.dfi.uem.br)

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá. E-mail: [macedane@yahoo.com](mailto:macedane@yahoo.com), [www.pet.dfi.uem.br](http://www.pet.dfi.uem.br), [www.noiac.uem.br](http://www.noiac.uem.br)

**Resumo:** O presente trabalho pretende realizar algumas averiguações sobre o ensino referenciais físicos a partir de um curso de astronomia de média duração para alunos de licenciatura (e bacharelado) em física. Apesar da astronomia despertar grande curiosidade entre estudantes e professores, esta ciência encontra-se abandonada nos currículos de física ou mesmo de ciências. Quando isto não ocorre, é freqüente encontrá-la exilada em disciplinas eletivas, sem grande organicidade no currículo do curso e/ou em seu projeto pedagógico. Apesar da situação de penúria no ensino de astronomia ser relativamente preocupante, a situação parece se inverter quando se trata da pesquisa envolvendo concepções dos estudantes sobre o tema. A partir da segunda metade da década de 70 um número bastante elevado de pesquisas foi realizado em todo o mundo sobre estas concepções. Podemos observar em muitas pesquisas que os conceitos prévios que os alunos trazem consigo, as chamadas "concepções alternativas", podem ter grande influência na aprendizagem, podendo provocar algum tipo de resistência à "troca" destes conceitos (pré-copernicanos, baseados num modelo geocêntrico de mundo ou de crenças de imobilidade da Terra, sem a construção da noção de sistema inercial) por aqueles ensinados em sala de aula (copernicano-newtonianos, baseados num modelo heliocêntrico, envolvendo conceitos de física galileana-newtoniana). O curso de curta duração realizado demonstra de forma clara a resistência à mudança conceitual e, sobretudo, o "exílio observacional-prático" deixado aos estudantes e às suas concepções de mundo.

**Palavras-chave:** concepções de estudantes, astronomia, referenciais.

**Title:** Astronomical conceptions of higher education's students

**Abstract:** This paper intends to realize some verifications on the teaching of the physical notion about reference systems starting from an university course of astronomy involving physics' students. In spite of the great curiosity of astronomy present between students and teachers, this science is abandoned in physics and science curricula. It is frequent to find this science exiled in elective disciplines, without great links with the curriculum of the course and its pedagogical project. In spite of the nowadays case of the poverty of astronomy teaching, the situation appears inverted in the case of the research involving the students' conceptions on the theme. Starting from the second

half of the 70's a quite high number of researches was realized all over the world about these conceptions. We can observe in many researches that the previous students' conceptions, the so called "alternative conceptions", can have great influence in the learning and could provoke some resistance to promote "changes" of these original concepts [pre-copernican] for those taught at classroom [copernican-newtonian]. The short duration course demonstrated clearly the resistance to the conceptual change and, above all, the "observational-practical exile" left to the students and to their conceptions about the Earth and reference systems.

**Key-words:** students' conceptions, astronomy, reference systems.

### **Introdução**

Este trabalho pretende realizar algumas averiguações sobre o ensino referenciais físicos num curso de astronomia de média duração para alunos de licenciatura (ou, mesmo, bacharelado) em física. Apesar da astronomia despertar tanta curiosidade entre estudantes e professores, esta ciência encontra-se abandonada nos currículos de física ou mesmo de ciências. Quando isto não ocorre, é freqüente encontrar aquela ciência exilada em disciplinas eletivas, sem grande organicidade no currículo do curso e/ou em seu projeto pedagógico. A astronomia é, pois, tratada de forma ilustrativa, ou mesmo decorativa, algo muito semelhante ao que ocorre (e isto com mais freqüência) em diferentes universidades do país, com o curso de história da física/ciência.

Apesar da situação de penúria no ensino de astronomia ser relativamente preocupante, a situação parece se inverter quando se trata da pesquisa envolvendo concepções dos estudantes sobre o tema. A partir da segunda metade da década de 70 (mais especificamente, a partir do ano de 1976), um número bastante elevado de pesquisas foi realizado em todo o mundo sobre estas concepções, como, por exemplo, os realizados por Dupré (1986), Dupré *et al* (1981), Driver *et al* (1985) Nussbaum (1985, 1979), Nussbaum & Novak (1976). Em 1994, Bisard *et al.* (*apud* Trumper, 2000) realizaram um estudo cujo objetivo era investigar e avaliar os conceitos prévios levados pelos alunos do Ensino Médio para a Universidade. Mais tarde, em 1998, Zeilik *et al.* (*apud* Trumper, 2000), faz uma investigação com o mesmo público com o intuito de determinar o que é ciência e que é "não-ciência" em conceitos físicos e astronômicos.

Podemos observar em muitas pesquisas que os conceitos prévios que os alunos trazem consigo, as chamadas "concepções alternativas", podem ter grande influência na aprendizagem, podendo provocar algum tipo de resistência à "troca" destes conceitos por aqueles ensinados em sala de aula (Driver 1989, *apud* Nardi *et al.* 2001). Outro grande problema que se apresenta é a absorção, no sentido de sua apropriação e posterior reconstrução, de conceitos considerados *não-padrões*. Passaremos a tratar destes conceitos no presente trabalho como conceitos que se enquadram em esquemas pré-copernicanos ou, quando não se enquadram em nenhum

esquema definido historicamente, ou seja, conceitos ambíguos. Tais conceitos podem ter sua origem na má preparação do professor ou na "desatenção" ou mesmo distorção, graças a um sistema educacional deficiente, destes pelos alunos. Esse último aspecto ainda não foi contemplado de forma sistêmica pelo presente trabalho, uma vez que a pesquisa está em andamento.

### Metodologia

Este trabalho se baseia na avaliação de questionários aplicados a alunos de graduação em licenciatura/bacharelado em física durante um curso de "Astronomia Básica". Este curso não faz parte da grade curricular obrigatória na Universidade estudada, assim como ocorre em instituições. Estas Instituições, freqüentemente, não oferecem astronomia nem ao menos no quadro de disciplinas eletivas ou opcionais.

O curso teve uma carga horária semanal de quatro horas, totalizando um curso de 68 (sessenta e oito) horas e teve por objetivo abranger os seguintes tópicos:

- Conceitos prévios sobre fenômenos do céu;
- Astronomia geocêntrica;
- Observação noturna à vista desarmada;
- Construção de instrumentos de medida (relógios lunares, estelares, solares e carta do céu);
- Sistemas referenciais;
- Astronomia pós-copernicana (heliocêntrica, heliostática);
- Princípios gerais de Cosmologia Moderna;
- Cosmologias alternativas (não evolucionistas – sem Big Bang).

No primeiro dia de aula foi feito um questionário aos alunos (21 no total) envolvendo diversos tipos de questões. Este questionário, com um total de dez perguntas, englobou questões que, basicamente, envolviam os movimentos de rotação e translação e os fenômenos provocados por eles (estações, coordenadas geográficas, movimento aparente do sol ao longo do ano, diversidade mensal do céu noturno, etc.).

Questões
1) O que são: a) solstícios?; b) equinócios?
2) Qual o princípio de funcionamento de um relógio de sol?
3) O que é um meridiano?
4) O que é a eclíptica?
5) Por que existem os fusos horários?
6) O que são: a) latitude? ;b) longitude?
7) Por que ocorrem as estações do ano?
8) Como encontrar as coordenadas geográficas de um lugar?
9) É possível medir a hora pelo movimento aparente das estrelas?
10) Aponte argumentos que "provem" a rotação e a translação da Terra.

Tabela 1.- Questionário I

Este conjunto de questões teve por objetivo avaliar o conhecimento desses estudantes com relação a estes tópicos básicos, pois eles dizem respeito aos conteúdos que deveriam estar presentes durante toda a vida estudantil (desde o Ensino Fundamental, em Ciências, até o Ensino Médio na disciplina de Geografia, principalmente). As questões aplicadas são mostradas na tabela 1. No decorrer do curso, uma das atividades pedidas aos alunos foi a observação do céu noturno durante um mês. Nestes dias eles deveriam acompanhar a olho nu o movimento da Lua (ou a luação completa) e fazer medições dos ângulos de inclinação, com relação ao horizonte, às estrelas e aos planetas, além de verificar quais os principais astros visíveis no céu. Em se tratando do início do ano, os astros mais importantes observados foram, portanto: Lua, Júpiter, Saturno, Sírius e as Três Marias. Após o período de observação, os alunos entregaram um trabalho relatando o que foi visto e posteriormente responderam a um outro questionário, em que a única pergunta presente era:

1) Explique o por quê da Luação.	QO ou QE
----------------------------------	----------

Esta questão pode ser classificada como observativa (QO) ou explicativa (QE). "Observativa" porque esperava-se que todos os alunos tivessem realizado a tarefa pedida, e "explicativa" quando eles reelaboravam o que observavam, ou simplesmente, inventavam devido a uma "indisciplina de observação".

Após o período de observação e dos demais tópicos (que compunham uma espécie de ementa do curso) procurou-se dar ênfase a questão da construção do referencial geocêntrico e dos instrumentos de mensuração de tempo possíveis (construção de relógios de sol, de lua, de estrelas e carta do céu – todo, obviamente estruturantes de um referencial diferenciado do habitual, ou seja, do heliocêntrico numa perspectiva pós-copernicana).

### **Análise dos questionários**

As respostas não podem ser classificadas da mesma maneira que as questões, uma vez que, normalmente, encontramos respostas que não se encaixam em nenhum dos quatro grupos que classificam as perguntas. Isto se deve ao fato de podermos encontrar concepções "pré-copernicanas" (baseados num modelo geocêntrico de mundo; ex.: "as estações do ano são determinadas pela posição do sol no céu, mas aí só se a Terra não girasse ...", "a oscilação do pêndulo de Foucault não pode explicar a rotação da Terra, pois deveria haver uma torção no fio) e/ou "ambíguas", (quando as respostas não se enquadram num esquema conceitual claro e revelam-se num discurso permeado pela memória e uso desconexo de termos científicos; ex.: "o eixo magnético da Terra influi nas estações") dentre outras classificações possíveis. Por essa razão, para melhor realizarmos a análise dos questionários e dos textos dos estudantes, estabelecemos um novo critério de classificação, dividindo indutivamente as respostas também em quatro grupos. Os quatro grupos buscam contemplar o conjunto de respostas obtidas, induzindo pois o sistema classificatório ora apresentado:

- Grupo 1: Respostas Observativas (RO) – como exemplos, temos: “Ontem, eu vi que a Lua nascia perto das seis horas da tarde, quando o sol já havia se posto, e era cheia”; “Eu vejo da janela de minha casa que a posição do sol muda durante as estações”, etc.;
- Grupo 2: Respostas Memorizativas (RM) – os exemplos são “As estações ocorrem devido ao ângulo da *eclíptica*” [porém, ao ser perguntado, o estudante não consegue definir esse último termo]; “A duração das estações ocorre devido a lei de Kepler” [porém, ao ser perguntado, o estudante não sabe qual das leis de Kepler e nem qual a duração das estações], etc.;
- Grupo 3: Respostas Alternativas (RA) – alguns exemplos encontrados: “A Lua muda de fase porque entra na sombra da Terra”; “A gente sabe que a Terra gira pelo movimento dos ventos, das nuvens”; “As estações devem ocorrer devido as diferentes distâncias da Terra ao sol”, etc.;
- Grupo 4: Respostas Ambíguas (RAm) – como exemplo, encontramos: “O eixo magnético direciona a radiação solar de forma diferente para cada região da Terra”; “A Terra gira porque um referencial inercial não se sobrepõe a um referencial não inercial”; “As estações mostram que o movimento da Via Láctea influi na determinação astronômica”, etc.

As *Respostas Observativas* (RO) são classificadas como aquelas em que o aluno faz menção a um fenômeno por ele observado, não importando se o argumento apresentado está correto ou não. As *Respostas Memorizativas* (RM) são aquelas em que o aluno apela para a memória de fatos que ele não vivenciou. Já as *Respostas Alternativas* (RA) são aquelas sabidamente errôneas ou confronto com o modelo científico, mas que apresentam um modelo subjacente (em geral, do tipo “pré-copernicano”). Finalmente, as *Respostas Ambíguas* (RAm) são aquelas que não fornecem elementos suficientes para uma classificação mais precisa nas categorias acima. Esta última categorização é, por excelência, aquela que pertence ao campo da dúvida do pesquisador-educador, não permitindo uma valoração em nenhum dos grupos anteriores.

A partir das respostas e da categorização, analisamos primeiramente o conjunto de respostas do questionário I, classificando-as de acordo com o critério previamente estabelecido. Assim, o resultado obtido (para o grupo de 21 alunos) foi, por ordem de importância:

- 58,2% das respostas indicaram conteúdos memorizados, sendo, portanto, classificadas como respostas memorizativas (RM – grupo 2).
- Respostas consideradas alternativas (RA) somaram 14,85% (grupo 3);
- 20% foram consideradas respostas ambíguas (RAm – grupo 4), e, finalmente,

- 7,3% de respostas observativas (RO), portanto, pertencentes ao grupo 1;

De acordo com estes dados podemos destacar, em segundo lugar, a grande quantidade de respostas alternativas (RA). Este número somado àquele da presença de respostas do tipo memorizativo (aprox. 58%) mostra, claramente, a deficiência do aprendizado de astronomia tanto no Ensino Fundamental, quanto Médio e, de forma mais gritante ainda, no Ensino Superior, uma vez que se trata de um curso de graduação em física.

Os textos e o questionário II referentes às observações dos estudantes foram considerados como um trabalho de conclusão da disciplina. Por meio destes pode-se observar a evolução do aluno durante o curso, através de uma comparação com os conceitos apresentados inicialmente (Questionário I).

Os textos, ou trabalhos, relacionados ao Questionário II são classificados, obviamente, como respostas observativas (RO), uma vez que seu objetivo era nada mais que relatar as observações realizadas. No geral, os textos apresentaram ilustrações com as fases da Lua, ou Luação, e os dados observacionais (em relação ao horizonte, às estrelas mais brilhantes e a um referencial em terra). As observações abrangeram ainda informações da hora e da duração (quantos dias de observação) do conjunto de medidas.

Para o questionário II, normalmente esperaríamos que as respostas fossem classificadas como do tipo "observacionais" (RO), mas que poderiam englobar também alguns conceitos memorizativos, com uma maior dificuldade de distinção entre ambas. Porém, o que encontramos difere um pouco dessa expectativa. Com base em nosso critério de classificação, podemos dizer que 79,1% dos alunos responderam a questão em concordância com o sistema pós-copernicano, ou seja, reconheceram que a Lua orbita a Terra, mas não relacionando (ou relacionando fracamente) a posição do sol durante a observação. Dentre o percentual de respostas obtidas, cerca de  $\frac{1}{4}$  (um quarto) delas apresenta uma certa ambigüidade em que pudemos perceber uma mescla de conceitos derivados da observação e conceitos prévios, com concepções que, provavelmente, buscam na memória uma nova articulação de conceitos, sem, no entanto, estruturá-la, levando as respostas, pois, para o campo da ambigüidade. Os demais 20,8% apresentaram, além de ambigüidade, conceitos alternativos, sendo que em sua totalidade estas respostas alternativas (RA) confundem as fases da Lua Nova e Lua Cheia com eclipses lunares e solares. Como exemplo, era comum encontrar argumentos do tipo: "A Lua Nova não pode ser vista no céu, pois está no cone de sombra da Terra"; "Na Lua crescente, a forma circular negra corresponde ao perfil da Terra, que faz sombra na Lua", etc.

### **Conclusões**

A primeira conclusão que o trabalho mostrou, tanto na evolução da experiência no curso (de pouca duração – um curso dessa ordem deveria ter, pelo menos, pelo próprio relato dos estudantes, o dobro da carga horária), quanto nos resultados obtidos dos questionários é que os alunos mantêm

esquemas inalterados de modelos alternativos, ambíguos e/ou errôneos, que apelam, por sua vez, aos esquemas memorizados no passado, especialmente durante o longo "aprendizado" no Ensino Médio e Fundamental.

Outro aspecto que pudemos notar é que os projetos pedagógicos de cursos de licenciatura e bacharelado em física privilegiam muito pouco a questão de sistemas de referência (importante para uma disciplina como a "Astronomia"), ou, quando o fazem, expõe o tema em uma forma padrão, pouco convincente e que reforça esquemas de memorização.

Podemos depreender isso por Langhi (2004) ao traçar um panorama geral da Astronomia e do seu Ensino no Brasil. A estrutura derivada de um processo de ensino-aprendizagem dessa ciência, pesadamente conceitual, não observativo, de falsificação histórica - no sentido de apresentar a história da ciência de forma simplificada e deturpada -, de desconexão com a própria ciência física, no caso da importante questão sobre a noção de referenciais, acaba por fazer sobreviver nos alunos esquemas conceituais que não substituem os conceitos prévios, mas os elevam a um patamar de conceitos alternativos a-científicos, moldados nos bancos escolares.

Apesar do aspecto inovador do curso de astronomia dado e analisado no presente trabalho, constatamos que a astronomia é uma ciência que pertence à comunicação social (Albanese, *et al.*, 1997; Danhoni Neves e Argüello, 2001; Danhoni Neves, 1998). Essa comunicação envolve a troca de experiências e observações obtidas em diferentes "plataformas" de observação no planeta Terra. O desenvolvimento da astronomia, da cartografia e da cosmologia não teria sido possível, se diferentes astrônomos e cientistas não tivessem reunido suas diferentes observações, debatido-as e negociado suas significações e modelos.

No entanto, esta prática está ausente na astronomia e, provavelmente, o mesmo deva se estender aos diversos conteúdos abordados na física.

Os resultados que obtivemos serão repetidos ao longo de mais dois anos para se verificar se os padrões verificados são mantidos ou se devem ao acaso. O objetivo posterior será o de reelaborar as formas possíveis de abordar determinados conteúdos, dentro de um processo ensino/aprendizagem mais rico que leve em consideração as concepções de cada estudante e a necessária construção de obstáculos epistemológicos (Vicentini e Mayer, 1996) para que os conceitos evoluam para a construção da noção de Terra como corpo cósmico, ligando astronomia à física.

Portanto, à guisa de conclusão, os resultados aqui mostrados apontam para uma modificação no tratamento de temas abordados em ciência ao longo do Ensino Superior (valendo a mesma análise, acreditamos, para o Ensino Fundamental e Médio). E esta modificação deve privilegiar, sobretudo, aquilo que constitui a crença dos alunos em diferentes fenômenos e sua possível modificação, graças a uma ciência permeada pelo diálogo e pela superação, mais que pelo confronto e pela memória.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro ao Projeto NOIAC – Núcleo de Oficinas Itinerantes para a Alfabetização Científica: A Ciência sobre Rodas.

## **Referências bibliográficas**

Albanese, A.; Neves, M.C.D. e Vicentini, M. (1997). Models in Science in Education: A Critical Review of Research on Students' Ideas About the Earth and its Place in the Universe. *Science & Education*, 6, 573-590.

Bisard, W.; Aron, R., Francek, M. and Nelson, B. (1984). Assessing selected physical science misconceptions of middle school through university preservice teachers. *Journal of College Science Teaching*, 24, 38-42.

Danhoni Neves, M.C. (1998). The Universe of Ptolemy Revisited. *Acta Scientiarum*, 20(4), 473-476.

Danhoni Neves, M.C. e Argüello, C.A. (2001). *Astronomia de Régua e Compasso: de Kepler a Ptolomeu*. 2ª Ed. Campinas: Papirus.

Driver, R. (1989). Student's Conceptions and the Learning of Science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.

Driver, R.; Guesne, E. and Tiberghien, A. (editors) (1985). *Children's Ideas in Science*. Cambridge: Open University Press.

Dupré, F. (1986). Gravità, Pressione dell'Aria e Senso Comune. *La Fisica Nella Scuola*, 2, 129-139.

Dupré, F.; Noce, G. e Vicentini-Missoni, M. (1981). Modelli Fisici Pre-Newtoniani nelle Conoscenze degli Adulti. *Scuola e Città*, 2, 53-64.

Langhi, R. (2004). Um Estudo Exploratório para a Inserção da Astronomia na Formação de Professores nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Dissertação de Mestrado*. Bauru: UNESP.

Nardi, R. e Teodoro, S.R. (2001). A História da Ciência e as Concepções Alternativas de Estudantes Como Subsídios Para o Planejamento de Um Curso Sobre Atração Gravitacional. *Ciência e Educação*, 3, 57-68.

Nussbaum, J. (1985). The Earth as a Cosmic Body. In R. Driver, E. Guesne e A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (170-192). Philadelphia: Open University Press.

Nussbaum, J. and Novak, J.D. (1976). An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews'. *Science Education*, 60, 535-550.

Trumper, R. (2000). University Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts. In: R. Pintó, R. e S. Suriñach (Eds.), *Physics Teacher Beyond 2000* (217-220). Netherlands: Elsevier.

Vicentini, M. e Mayer, M. (1996). *Didattica della Fisica*. Firenze: La Nuova Italia Editrice.



Zeilik, M.; Schau, C. and Mattern, N. (1998). Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. *Physics Teacher*, 36, 104-107.