

# O CONHECIMENTO DE ASTRONOMIA PROPOSTO PARA O ENSINO MÉDIO PELO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Daniel R. Soler<sup>1</sup>, Cristina Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa Interunidades em Ensino de Ciências, soler.dr@usp.br

<sup>2</sup>Instituto de Física / Universidade de São Paulo, crismilk@if.usp.br

## Resumo

Um dos grandes objetivos da publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no final da década de 90, foi o de balizar os critérios a serem adotados para a escolha dos conteúdos dos currículos de todo o país. No caso do atual Currículo do Estado de São Paulo, a influência dos PCN parece significativa: são encontradas diversas referências às recomendações dos PCN, em particular àquelas relativas aos conteúdos. Este trabalho se insere na intenção de identificar essas correspondências, particularmente com os conteúdos de Astronomia propostos para o Ensino Médio (EM). Para identificar os conteúdos de Astronomia propostos pelo estado de São Paulo, foram analisados os Cadernos do Professor, principal material fornecido aos professores da rede pública estadual para auxiliá-los no planejamento de suas aulas. Verificou-se a existência de conteúdos de Astronomia nos Cadernos dos 3º e 4º bimestres da 1ª série de Física, nos quais há um total de onze Situações de Aprendizagem (SA) sugeridas. A partir da análise dessas SA, percebe-se que, pelo menos do ponto de vista dos conteúdos de Astronomia, parece haver correspondência àqueles propostos pelos PCN. Todavia, apenas “Interação gravitacional” (em 3 SA), “Medidas astronômicas” (em 4 SA), e “Teorias e modelos de Universo e sua evolução” (em 3 SA), são conteúdos contemplados plenamente nas SA analisadas. “Sistema Terra-Lua-Sol” é meramente citado como possibilidade de desenvolvimento numa atividade final de uma das SA. “Vida fora da Terra” não vai além da apresentação da equação de Drake, e da discussão de que, do ponto de vista científico, não há evidências de vida extraterrestre, excluindo-se qualquer discussão sobre Astrobiologia. E “Relações entre modelos de Universo e culturas humanas” só aparece na discussão sobre mudança do paradigma geocêntrico para o paradigma heliocêntrico, ocorrido entre os séculos XV e XVII.

**Palavras-chave:** Astronomia. PCN. Currículo. Ensino Médio.

## Introdução

O objetivo deste trabalho é realizar uma comparação entre os conhecimentos de Astronomia, sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para serem desenvolvidos na disciplina de Física, no Ensino Médio (EM), e os conhecimentos de Astronomia propostos no Currículo do Estado de São Paulo, para a mesma disciplina. Pretende-se assim avaliar a influência dos PCN na produção do Currículo do Estado de São Paulo quanto aos conhecimentos de Astronomia no EM, e verificar em que grau essa influência é presente nos materiais fornecidos aos professores da rede pública estadual, para auxiliá-los no planejamento e na preparação de suas aulas.

No campo de pesquisa de Ensino de Astronomia, algumas das principais linhas de trabalho desenvolvidas são as que contemplam estudos sobre: concepções alternativas em Astronomia, por parte tanto de alunos como de professores; dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem da Astronomia; a questão da espacialidade e da construção da tridimensionalidade, necessárias para a compreensão de fenômenos astronômicos; as deficiências na formação de

professores dentro do campo da Astronomia; elaboração de propostas didáticas, e de cursos de extensão para professores, e em Astronomia; a presença de Astronomia em livros e materiais didáticos.

Há proporcionalmente poucos trabalhos que se debruçam diretamente sobre a presença da Astronomia em Propostas Curriculares, e em Currículos e documentos oficiais. Inserido nessa perspectiva, este trabalho pretende dar alguma contribuição para a área, apoiando-se numa análise que relaciona importantes documentos do cenário educacional brasileiro - os PCN e o Currículo do Estado de São Paulo -, os quais influenciam diretamente na educação de milhões de crianças e jovens paulistas.

### **A Astronomia nos PCN e no Currículo do Estado de São Paulo no EM**

No final da década de 90, foram publicados pelo Ministério da Educação (ME) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio (EM). Já no início da década seguinte, um novo conjunto de documentos foi publicado pelo ME, os PCN+. Estes documentos,

sem pretensão normativa (...), explicitam a articulação entre as competências gerais, que se deseja promover, e os conhecimentos disciplinares, apresentando ainda um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar nas várias áreas de conhecimento (BRASIL, 2002, p.7).

PCN e PCN+ enfatizam a necessidade de estruturação do currículo escolar em termos do desenvolvimento de um conjunto de competências e habilidades. Mas para a organização dessas atividades, é necessário privilegiar a escolha de conteúdos. E estes precisam ser adequados a objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento de habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados (BRASIL, 2002).

Para a disciplina de Física no EM, em particular, os PCN+ apresentam uma possível forma para a organização das atividades escolares, privilegiando seis temas estruturadores, com abrangência para organizar todo o ensino de Física: "*Movimentos: variações e conservações*"; "*Calor, ambiente e usos de energia*"; "*Som, imagem e informação*"; "*Equipamentos elétricos e telecomunicações*"; "*Matéria e radiação*"; e "*Universo, Terra e vida*".

Para o desenvolvimento deste último tema estruturador, indo ao encontro dos objetivos estipulados para a construção das competências e habilidades propostas, os PCN+ sugerem a articulação de três unidades temáticas: "*Terra e sistema solar*", "*O Universo e sua origem*", e "*Compreensão humana do Universo*".

Já Secretaria da Educação do Estado de São Paulo elaborou, em 2008, uma proposta curricular para as escolas da rede estadual nos níveis de Ensino Fundamental (Ciclo II) e Ensino Médio. Dois anos depois, após um amplo processo de reformulação, um documento definitivo foi então publicado, apresentando os princípios orientadores de um novo Currículo do Estado.

Nesse Currículo, são indicados seis conjuntos de temas e conteúdos básicos a serem desenvolvidos para a disciplina de Física no EM: "*Movimentos - Grandezas, variações e conservações*"; "*Universo, Terra e vida*"; "*Calor, ambiente e usos de energia*"; "*Som, imagem e comunicação*"; "*Equipamentos elétricos*"; "*Matéria e radiação*".

É indicado também no Currículo do Estado que o tema “*Universo, Terra e vida*” seja desenvolvido nos 3º e 4º bimestres do 1º ano, primeiramente tratando dos subtemas “*Constituintes do Universo*” e “*Interação Gravitacional*”, no 3º bimestre, e em seguida dos subtemas “*Sistema Solar*” e “*Universo, evolução, hipóteses e modelos*” no 4º bimestre.

Além do documento básico curricular, um segundo conjunto de documentos tem sido publicado e revisado, anualmente, dirigido aos professores e alunos, os Cadernos do Professor e os do Aluno, organizados por disciplina, série/ano e bimestre. Nos Cadernos do Professor, são apresentadas uma série de Situações de Aprendizagem, organizadas por série/ano, para orientar o trabalho do professor no ensino e dos conteúdos disciplinares específicos propostos no Currículo.

É possível notar semelhanças entre os títulos dos seis temas estruturadores sugeridos pelos PCN+ para a disciplina de Física no EM e os títulos dos seis conjuntos de metas e de conteúdos indicados no Currículo do Estado de São Paulo para a mesma disciplina. Da mesma maneira, é possível notar semelhanças entre as descrições das unidades temáticas, sugeridas pelos PCN+ para o desenvolvimento do tema estruturador “*Universo, Terra e vida*” e as descrições dos subtemas indicados pelo Currículo do Estado para serem desenvolvidos dentro do conjunto de metas e de conteúdos “*Universo, Terra e vida*”.

A influência dos PCN sobre a produção do atual Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Física no EM parece ter sido significativa. Nele são encontradas diversas referências diretas aos PCN, dentre as quais, por exemplo:

Por que e para que aprender Física hoje?\*

\*Estas orientações tomam como base os Parâmetros Curriculares Nacionais de Física, mais especificamente o texto conhecido como PCN+. Partes daquele texto foram tomadas na íntegra, pois acredita-se que as orientações aqui contidas colocam-se na mesma perspectiva de mudança na educação de Física do Ensino Médio lá iniciado. Essas orientações, assim como aqueles Parâmetros, buscam a aproximação entre o conhecimento físico e o mundo vivenciado pelos adolescentes no início deste século (SÃO PAULO, 2008, p. 41).

Todavia, mesmo que os PCN tenham influenciado o processo de produção do Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Física, não é garantido que essa influência dos PCN se dê, também, dentro daquilo que é desenvolvido nas aulas de Física das escolas da rede pública estadual. Essa inferência precisaria ser avaliada.

Inserida nessa perspectiva, esta pesquisa propõe-se a elaborar um recorte, por meio da construção de uma análise que se debruce sobre os Cadernos do Professor do Currículo do Estado, o principal material fornecido aos professores da rede pública estadual para auxiliá-los no planejamento de suas aulas. Particularmente, interessa-nos avaliar o grau de presença de conteúdos de Astronomia nos Cadernos da disciplina de Física, relacionados aos sugeridos pelos PCN.

### **Metodologia de Análise**

Buscando compreender a presença dos conteúdos de Astronomia nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo para o EM, foram construídas seis categorias de análise. Estas tiveram como matriz os conteúdos de

Astronomia sugeridos pelos PCN, para o EM, por meio das três unidades temáticas indicadas nos PCN+. A construção dessas categorias foi realizada da maneira descrita a seguir.

A partir da descrição da unidade temática “*Terra e sistema solar*” dos PCN+, foram estabelecidas as categorias de análise 1 e 2:

1) *Sistema Terra-Lua-Sol*: Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos tais como duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.

2) *Interação gravitacional*: Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos dos movimentos relativos entre corpos do sistema solar, naturais e/ou artificiais.

A partir da descrição da unidade temática “*O Universo e sua origem*” dos PCN+, foram estabelecidas as categorias de análise 3 e 4:

3) *Medidas astronômicas*: Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas do Universo, para situar a vida, tanto no tempo como no espaço.

4) *Vida fora da Terra*: Discutir as hipóteses de vida fora da Terra, e as condições que a Ciência acredita serem necessárias para o seu surgimento.

A partir das descrições das unidades temáticas “*O Universo e sua origem*” e “*Compreensão humana do Universo*” dos PCN+, foi estabelecida a categoria de análise 5:

5) *Teorias e modelos de Universo e sua evolução*: Conhecer, de forma comparativa, teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, e compreender aspectos científicos da evolução desses modelos através dos tempos.

E finalmente, a partir da descrição da unidade temática “*Compreensão humana do Universo*” dos PCN+, foi estabelecida a categoria de análise 6:

6) *Relações entre modelos de Universo e culturas humanas*: Identificar diferentes formas pelas quais modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

A construção da análise, por sua vez, se deu por meio: da leitura das Situações de Aprendizagem, propostas nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Física no EM; da identificação e da descrição dos conteúdos de Astronomia desenvolvidos nessas Situações de Aprendizagem; e da correspondência e articulação entre esses conteúdos e as seis categorias de análise pré-estabelecidas.

## Resultados e Análise

Tabela 1 - Distribuição do das onze SA em cada uma das seis categorias de análise.

Caderno	Situação de Aprendizagem (SA)	Categorias de Análise					
		1	2	3	4	5	6
3º Bimestre	1) Um passeio pela Galáxia					x	
	2) O que tem lá em cima?				x	x	
	3) A Terra é uma bolinha	x		x			
	4) O Sistema Solar			x			
	5) Um pulinho a Alfa do Centauro			x			

	6) As aventuras de Selene	x			x
<b>4º Bimestre</b>	1) Matéria, movimento e universo		x	x	x
	2) 2001: o futuro já passou	x			
	3) As leis de Kepler	x	x		
	4) Dimensões do espaço e do tempo				
	5) A enciclopédia galática			x	

Após a leitura dos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Física no EM, foi identificado que apenas nos dois Cadernos para os 3º e 4º bimestres da 1ª série, há Situações de Aprendizagem (SA) nas quais é sugerido o desenvolvimento de conteúdos de Astronomia.

No total, são propostos nos dois Cadernos onze SA, todas elas relacionadas a conteúdos de Astronomia. No Caderno para o 3º bimestre, cinco SA (SA1 a SA5) são sugeridas sobre o tema “*Universo: elementos que o compõe*”, e uma SA (SA6) é sugerida sob o tema “*Interação gravitacional*”. No Caderno para o 4º bimestre, por sua vez, três SA (SA1 a SA3) são sugeridas sobre o tema “*Universo, Terra e vida: Sistema Solar*”, e duas SA (SA4 e SA5) sobre o tema “*Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana*”.

Pode-se notar, a partir da tabela 1, que as SA tendem a ser temáticas, ou seja, cada uma tende a contemplar de uma a duas categorias apenas. A SA1 para o 4º bimestre, “*Matéria, movimento e universo*”, foi a única a contemplar três categorias, e a SA4 para o 4º bimestre, “*Dimensões do espaço e do tempo*”, a única a não contemplar nenhuma.

A seguir são descritos os conteúdos presentes em cada SA, justificando sua correspondência com a categoria de análise indicada.

### 1) Sistema Terra-Lua-Sol

Os conteúdos e temas desta categoria não são desenvolvidos em nenhuma SA. Na SA3 para o 3º bimestre, intitulada “*A Terra é uma bolinha*”, é apenas sugerida a introdução de uma discussão a respeito das fases da Lua e dos eclipses - o que corresponderia à “*descrição de fenômenos astronômicos tais como duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipse etc.*” -, mas não é especificado como fazer essa discussão, que elementos e que aspectos se abordar, nem que conhecimentos relacionados a esses fenômenos devem ser estudados. Indica-se ao professor que recorra a atividades propostas para o Ensino Fundamental, em outras fontes que não os Cadernos de Física para o EM - sem especificar sugestões de quais -, caso queira desenvolver a discussão desse tema.

### 2) Interação gravitacional

Na SA6 para o 3º bimestre, intitulada “*As aventuras de Selene*”, as relações de conservação são pouco exploradas. Há apenas a introdução da lei de conservação de energia para ilustrar a previsão da diferença de altura entre dois saltos, um realizado na superfície lunar e outro na terrestre: na lua, com o mesmo impulso, chega-se a uma altura maior. A ênfase desta atividade fica por conta da sugestão de se buscar um melhor entendimento sobre a natureza das interações gravitacionais, particularmente a partir da identificação de forças e de exemplos de situações em que elas se manifestam. São, por exemplo, introduzidos os conceitos de campo gravitacional, massa e peso. É introduzida também a discussão das diferenças entre os conceitos de massa - quantidade de matéria - e peso - um tipo de

força -. É ainda sugerido apresentar aos alunos a informação de que, estando eles em quaisquer planetas do Sistema Solar, eles sentiriam a existência de uma força gravitacional, relativa ao respectivo planeta. Finalmente, é ressaltada ainda a importância de se introduzir a aceleração da gravidade também como uma medida da intensidade de campo gravitacional, associado, portanto, a uma propriedade do local em que se realiza a medida. Mas nesta SA, não é deixada de lado a busca de explicações de aspectos dos movimentos relativos entre corpos do sistema solar, naturais ou artificiais. Na introdução da lei de conservação, já citada, isso é realizado, bem como na discussão de que, na Lua, a aceleração relativa à sua superfície é menor que a relativa à superfície terrestre, devido à força gravitacional menor, de maneira que os movimentos relativos à superfície se dão de forma mais gradual, ou seja, as variações de velocidade levam mais tempo. Sendo ainda indicados diversos exemplos em que essa diferença poderia trazer benefícios ou dificuldades para os seres humanos.

Na SA2 para o 4º bimestre, intitulada “*2001: o futuro já passou*”, nenhuma lei de conservação é explicitamente destacada. Nessa SA a ênfase escolhida é a de explicações de aspectos dos movimentos relativos entre corpos do sistema solar, preferencialmente artificiais, abrangendo ainda, em especial, situações onde forças inerciais se manifestam. É introduzido, por exemplo, o conceito de que, tanto num elevador em queda livre, como dentro de uma estação espacial em órbita ao redor da Terra, corpos em suspensão no seu interior compartilham da aceleração a que estão submetidos o elevador e a estação, de maneira a simular, nessas regiões internas ao elevador e à estação, o equivalente a um espaço onde não exista a presença de um campo gravitacional. Ainda outro conceito introduzido é o da relação entre força inercial e força gravitacional, por meio da discussão de que, numa estação espacial em órbita ao redor da Terra, mas que esteja particularmente em rotação entorno de um eixo, os mesmos efeitos de um campo gravitacional local típico são simulados, para os indivíduos e objetos que se encontram no interior da estação. Finalmente, é apresentado que essa relação entre força inercial e força gravitacional pode ser observada, de forma equivalente, no fenômeno que ocorre com a água, contida no interior de um balde, que não se derrama quando este é rotacionado por meio de uma corda presa em sua alça, tal como um lançador olímpico de pesos faz. Para um hipotético observador no interior do balde, compartilhando da aceleração a que o balde é submetido, a impressão que se tem é a existência de um campo gravitacional, responsável por manter a água presa ao fundo do balde.

Na SA3 para o 4º bimestre, intitulada “*As leis de Kepler*”, não é explicitado que o conteúdo desenvolvido está diretamente relacionado a forças e relações de conservação. Todavia, o está, visto que é proposto o ensino das chamadas 3 leis de Kepler - que estão intimamente ligadas a forças de natureza gravitacional, e relações de conservação, como conservação de energia, de momento linear e de momento angular - : as órbitas dos planetas do sistema solar, ao redor do Sol, são todas elípticas; o raio vetor, que liga o Sol a cada planeta que o orbita, varre áreas iguais dessa órbita em tempos iguais, de maneira que quando o planeta está se aproximando do Sol, sua velocidade orbital aumenta, e quando está se afastando, ela diminui; existe uma relação de proporcionalidade direta entre o quadrado do período orbital de qualquer planeta do sistema solar e o cubo do respectivo raio orbital médio. Ao propor o ensino das 3 leis de Kepler, naturalmente se está explicando aspectos dos movimentos relativos entre corpos do sistema solar, no caso corpos naturais. Mas nesta atividade, por meio do exemplo de um satélite orbitando o planeta Vênus, as 3 leis de Kepler são generalizadas para quaisquer corpos - naturais ou artificiais -

orbitando-se relativamente, numa órbita fechada, devido à atração gravitacional mútua.

### 3) Medidas astronômicas

Na SA3 para o 3º bimestre, intitulada “*A Terra é uma bolinha*”, a ênfase dada é para o reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas espaciais, e não temporais, mais particularmente de dimensões relacionadas diretamente ao planeta Terra. Comparações com dimensões típicas do dia a dia da vida das pessoas não são explicitadas, apesar de poderem ser inferidas. Assim, nessa SA é introduzido o conceito de que as irregularidades da Terra, tanto em termos de relevo, quanto de achatamento das regiões polares, são pequenas diante de suas dimensões, de maneira que o modelo de esfera lisa para retratá-la é realmente uma boa aproximação. É também proposta a discussão sobre a informação de que as profundidades dos oceanos são extremamente pequenas, se comparadas com o raio da Terra, de maneira que a quantidade de água no planeta é insignificante frente ao seu volume total. E também de que, mesmo a espessura da atmosfera terrestre, que é de cerca de duas ordens de grandeza maior do que a profundidade média dos oceanos, ainda é relativamente fina, quando comparada com as dimensões do planeta. Outras informações propostas para serem trabalhadas são as de que o diâmetro terrestre é pouco menos de quatro vezes maior que o lunar, e que a distância Terra-Lua é equivalente a aproximadamente trinta diâmetros terrestres.

Na SA seguinte, SA4, intitulada “*O Sistema Solar*”, é introduzida uma discussão que contribui para situar a vida, tanto no tempo como no espaço, por tratar das diferentes unidades de medida necessárias para melhorar a compreensão sobre a representação, das diferentes ordens de grandeza que caracterizam o Sistema Solar, no que se refere a medidas de tamanho (metros e quilômetros para distâncias típicas aos seres humanos, em sua vida na superfície terrestre, e gigâmetros ( $10^9\text{m}$ ) para distâncias típicas entre os principais corpos do Sistema Solar) e de tempo (dias terrestres para as rotações, e anos terrestres para as translações ao redor do Sol, dos principais corpos do Sistema Solar). Mas também são propostas a apresentação, a discussão e a comparação entre os diâmetros equatoriais dos oito planetas do sistema solar, bem como de suas respectivas distâncias médias ao Sol, seus períodos orbitais, suas massas e suas densidades. E ainda propõe-se apresentar, discutir e comparar os diâmetros equatoriais dos cinco planetas anões, bem como suas respectivas distâncias médias ao Sol. Estas duas propostas citadas focam, assim, apenas no reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas do Universo de caráter espacial, e não temporal, sem se ater diretamente à procura de comparações com dimensões relacionadas à existência de vida.

Na SA5 para o 3º bimestre, intitulada “*Um pulinho a Alfa do Centauro*”, o reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida, no tempo e no espaço, é realizado quando é indicada a introdução de uma discussão sobre a percepção de que as comunicações à distância (via telefone, internet, ondas de rádio), que aparentemente nos são instantâneas, não teriam esse caráter se fossem realizadas entre indivíduos cuja distância relativa fosse da mesma ordem de grandeza das distâncias interplanetárias ou das distâncias interestelares. O reconhecimento de ordens de grandeza, para situar a vida no espaço, também é promovido quando se propõe a introdução do conceito de ano-luz, distância percorrida por um raio de luz no vácuo no período de um ano terrestre, para facilitar a compreensão entre as relações de distâncias típicas no nosso cotidiano (m e km), de distâncias típicas nas regiões internas do Sistema Solar (Gm, minutos-luz e horas-

luz), e de distâncias típicas nas regiões interestelares (anos-luz). No restante da SA, é apenas desenvolvido o reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas do Universo de tamanho e de distância, como quando é sugerida a introdução do conceito de que as distâncias interestelares são várias ordens de grandeza maiores do que as distâncias relativas entre os planetas do Sistema Solar, indicando o exemplo de Alfa do Centauro, o sistema estelar mais próximo ao Sol, que se encontra cinco ordens de grandeza mais distante do Sol do que a Terra. Ou então quando é indicado se explicar, sobre Alfa do Centauro, que este é um sistema estelar visível a olho nu no céu, apesar de sua distância à Terra, e que na verdade todas as estrelas visíveis à noite estão a imensas distâncias de nós. Distâncias essas em geral diferentes umas das outras, é proposto se discutir, de maneira que estrelas pertencentes a uma mesma constelação, comumente não se encontram ligadas entre si gravitacionalmente. O mesmo é feito ainda, em sequência a essa discussão, quando é sugerido promover outra, a de que um indivíduo, que estivesse em outro ponto da Galáxia que não a Terra, veria constelações diferentes das que se vê a partir da superfície terrestre, mesmo se estivesse olhando para exatamente as mesmas estrelas. Que há assim, portanto, uma dependência dos “desenhos” das constelações em relação ao ponto de vista a partir do qual se observa as estrelas que as constituem. E também quando é indicado se introduzir a informação de que o brilho aparente de uma estrela, vista a partir da Terra, está associado não só ao seu brilho intrínseco, mas também à distância dela ao nosso planeta.

Finalmente, na SA3 para o 4º bimestre, intitulada “*As leis de Kepler*”, é privilegiado o reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas do Universo no espaço, quando é promovida a comparação entre: o diâmetro de Vênus; as diferentes distâncias percorridas pelo satélite - em intervalos de tempo iguais -, ao longo de sua órbita (cerca de 0,5 a 5 vezes o diâmetro venusiano); e as distâncias, máxima (cerca de 26 diâmetros venusianos) e mínima (cerca de 3,5 diâmetros venusianos), atingidas pelo satélite em relação ao planeta Vênus, à medida que o orbita. Além do aspecto espacial, o temporal também é abordado, quando são discutidas as relações de tamanho entre diferentes distâncias percorridas por um satélite hipotético orbitando o planeta Vênus, durante intervalos de tempo iguais - distâncias percorridas maiores quanto mais próximo de Vênus se encontra o satélite -

#### 4) Vida fora da Terra

Na SA2 para o 3º bimestre, intitulada “*O que tem lá em cima?*”, não se levanta qualquer condição que a ciência acredita ser necessária para o surgimento da vida. São apenas levantadas hipóteses sobre vida fora da Terra, por meio da proposta de discussão sobre o conceito de que, sob o ponto de vista da ciência - cujos conhecimentos são mutáveis ao longo do tempo, mas que já desenvolveu muitos que são conhecidos com um mínimo de grau de certeza, segundo a SA -, apesar de já ser certa a existência de planetas orbitando outras estrelas, não há nenhuma evidência de seres inteligentes em outros planetas, e ainda que se considera improvável a existência de espaçonaves extraterrestres visitando o planeta Terra. É ainda proposto apresentar a informação de que não há uma ciência denominada ufologia, aceita pela comunidade científica, e que muitos que se intitulam ufólogos trazem ao público informações questionáveis do ponto de vista científico.

Na SA1 para o 4º bimestre, intitulada “*Matéria, movimento e universo*”, é proposta a apresentação da informação de que Giordano Bruno e Immanuel Kant, famosos nomes da história da ciência e da filosofia, possuem ambos escritos a



respeito da especulação de vida em outros planetas, o que pode ser considerada uma proposta de discussão sobre hipóteses de vida fora da Terra.

Dentro da SA5 para o 4º bimestre, intitulada “*A enciclopédia galáctica*”, também não são levantadas condições que a Ciência acredita necessárias para o surgimento da vida. Mas há o apontamento de algumas condições que se acredita necessárias para comprovar sua existência, como na proposta de discussão a respeito do fato de que a identificação de sinais de rádio artificiais, provenientes do espaço, seria um possível sinal da existência de vida extraterrestre. Ou ainda na proposta de apresentação da equação de Drake, a qual propõe uma maneira de estimar o número de civilizações existentes em nossa Galáxia, a partir de alguns parâmetros tais como: a taxa de formação de estrelas semelhantes ao Sol, por ano, na Galáxia; a fração de estrelas similares ao Sol que possuem planetas ao seu redor; o número de planetas cujas condições permitem o surgimento da vida, em cada Sistema Solar; a fração dos planetas onde, havendo condições, a vida efetivamente surge; a fração dos planetas onde uma forma de vida inteligente se desenvolve; a fração dos planetas em que a vida inteligente desenvolve tecnologias de comunicação; e o tempo de duração, em anos, de uma civilização tecnológica. Sendo ressaltada, entretanto, a importância de se discutir sobre o fato de alguns desses parâmetros, tais como o número de anos que dura uma civilização tecnológica, e a fração de planetas onde uma forma de vida inteligente se desenvolve, não terem qualquer embasamento teórico nem experimental. São assim, portanto, meramente especulativos, e a razão básica para isso ser o fato de só se conhecerem alguns dos aspectos necessários para o surgimento de vida inteligente - sem indicação de quais seriam esses aspectos -, especificamente ainda daquela que se desenvolveu no planeta Terra.

##### 5) *Teorias e modelos de Universo e sua evolução*

Na proposta da SA1 para o 3º bimestre, intitulada “*Um passeio pela Galáxia*”, é apenas indicado conhecer a teoria e o modelo científicos vigentes atualmente para a constituição do Universo, por meio da leitura de um livro de ficção, no qual a SA afirma existirem informações sobre os elementos que compõe o Universo, tais como planetas, estrelas e galáxias, bem como sobre conceitos físicos associados a esse tema.

Na SA seguinte, SA2, intitulada “*O que tem lá em cima?*”, é proposto se fazer um comparativo entre as teorias e modelos científicos, vigentes atualmente, e as teorias e modelos dos estudantes, para a constituição do Universo. Assim, é proposto abrir discussões a respeito das informações de que planetas - corpos orbitados por corpos menores em tamanho, chamados de seus respectivos satélites naturais -, e outros corpos - ainda menores em tamanho que os satélites naturais dos planetas -, como cometas e asteróides, orbitam diretamente outros corpos, bem maiores em tamanho, de grande massa, e emissores de luz e de calor, que evoluem e se modificam ao longo do tempo, chamados de estrelas. E que estas, por sua vez, agrupam-se aos milhões, mesmo estando a grandes distâncias umas das outras, mas formando assim grandes estruturas chamadas de galáxias, as quais se agrupam em outras estruturas ainda maiores. Mas também é sugerido discutir as concepções e crenças dos estudantes - que, segundo a SA, são colocáveis em discussão, como um “modelo dos estudantes”, mas não no mesmo patamar do conhecimento científico - sobre a constituição do Universo - em geral planetas, satélites, estrelas, galáxias, mas também possivelmente espaçonaves, óvnis ou discos voadores e seres extraterrestres -. Nessa SA ainda é proposta uma representação de estrutura

hierárquica, baseada no modelo científico para constituição do Universo, que inclui, nesta ordem: Terra e Lua; Sol, planetas do Sistema Solar e alguns de seus satélites; cometas, asteróides e meteoritos; representações de diversos tipos de estrelas (ex.: gigantes vermelhas, anãs brancas e anãs marrons); buracos negros, pulsares, estrelas de nêutrons e supernovas; aglomerados de estrelas (ex.: abertos e globulares) e nebulosas (ex.: planetárias); a Galáxia e galáxias.

Já na SA1 para o 4º bimestre, intitulada “*Matéria, movimento e universo*”, há o indicativo de abordagem do conhecimento de diferentes teorias e modelos propostos tanto para a constituição, como também para a origem e a evolução do Universo, compreendendo assim aspectos científicos da evolução desses modelos através dos tempos. Isso é proposto por meio da sugestão de se promover uma compreensão a respeito das contribuições de vinte grandes nomes da história da Filosofia e da Ciência a respeito das visões e modelos construídos, ao longo do tempo, para a origem, a evolução e a constituição do Universo, e suas relações com as concepções de espaço e de matéria. É indicada a pesquisa das relações entre, por exemplo: Aristóteles e seu entendimento sobre os elementos - químicos -, sobre a teoria do movimento, e sobre o céu e a Terra; Cláudio Ptolomeu e seu sistema geocêntrico de mundo; Nicolau Copérnico e seu sistema heliocêntrico de mundo; Galileu Galilei e seus estudos sobre o heliocentrismo, a relatividade e a inércia; Johannes Kepler, suas 3 leis e o modelo de Sistema Solar; Isaac Newton, sua teoria da gravitação, suas leis do movimento, e seus estudos sobre os “átomos de luz”; Pierre Simon Laplace, sua hipótese nebular da formação do Sistema Solar e sua relação com o Determinismo; Albert Einstein, sua teoria da relatividade e seus estudos sobre a equivalência entre matéria e energia; Edwin Hubble, e suas descobertas sobre a lei de Hubble e a expansão do Universo; e George Anthony Gamow, e a teoria do Big Bang. São ainda sugeridas três discussões mais específicas, cuja temática envolve o conhecimento de diferentes teorias e modelos propostos para a evolução e a constituição do Universo - na primeira delas - e para a origem, a evolução e a constituição do Universo - na segunda e na terceira -, propiciando uma compreensão de aspectos científicos da evolução desses modelos através dos tempos. Todavia, não são fornecidos elementos e subsídios que permitam o desenvolvimento dessas discussões, há apenas a proposta de seus temas. Na primeira, sugere-se que se promova uma maior compreensão a respeito do fato de serem importantes os trabalhos de Galileu, Newton e Kepler, para a compreensão do Universo. A segunda diz respeito à existência das teorias de Laplace e Kant sobre a formação do Sistema Solar, e de suas respectivas especulações em torno da existência de outros sistemas solares no Universo. E a terceira discussão sugere, simplesmente, que se aborde aspectos das teorias cosmológicas modernas.

#### 6) *Relações entre modelos de Universo e culturas humanas*

A identificação de diferentes formas pelas quais modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana, ao longo da história da humanidade, e vice-versa, não é desenvolvida em nenhuma das SA analisadas. Na SA6 para o 3º bimestre, intitulada “*As aventuras de Selene*”, é proposta uma discussão, mas sem qualquer fornecimento de subsídios e elementos que permitam o seu desenvolvimento, a respeito do fato de que a antiga cultura grego-romana possuía um modelo de Universo, no qual os deuses de sua mitologia tinham papéis de destaque. E na SA1 para o 4º bimestre, intitulada “*Matéria, movimento e universo*”, há a indicação de que os gregos possuíam ideias a respeito do Universo - sem descrição de quais eram essas ideias - , as quais foram questionadas durante o

período do Renascimento (indicada como época de Galileu), destacando-se nesse contexto que houve a passagem do modelo geocêntrico para o heliocêntrico - sem explicação do que consistem esses dois modelos -, e que existiram complicações nessa passagem - sem descrição de quais foram essas complicações -, em razão da adoção do modelo geocêntrico pela Igreja.

### **Síntese e considerações**

Há pouco mais de dez anos, foram publicados pelo Ministério da Educação os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), estabelecendo um novo perfil para o currículo do Ensino Médio (EM), apoiado em competências básicas para inserção dos jovens na vida adulta.

Poucos anos depois, os PCN para o EM foram complementados pelos PCN+, conjunto de documentos que explicitam uma articulação entre as competências dos PCN com os conhecimentos disciplinares, estabelecendo ainda temas estruturadores do ensino disciplinar das várias áreas de conhecimento.

Dentre os temas estruturadores propostos para a disciplina de Física do EM, está "*Universo, Terra e vida*", tema essencialmente dedicado ao conhecimento da Astronomia, e subdividido em três unidades temáticas: "*Terra e sistema solar*", "*O Universo e sua origem*", e "*Compreensão humana do Universo*".

Há pouco mais de três anos, por sua vez, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, vem realizando o processo de implantação de um novo Currículo para as escolas da rede estadual nos níveis de Ensino Fundamental e EM.

É possível notar semelhanças entre os temas propostos por esse novo Currículo, para a disciplina de Física, e aqueles sugeridos pelos PCN e pelos PCN+. Em particular, o tema "*Universo, Terra e vida*" também aparece nesse novo Currículo, e a descrição de seus subtemas "*Constituintes do Universo*", "*Interação Gravitacional*", "*Sistema Solar*" e "*Universo, evolução, hipóteses e modelos*", se assemelham significativamente com as descrições das unidades temáticas sugeridas pelos PCN e pelos PCN+.

Todavia, mesmo que tenha havido uma influência dos PCN no processo de produção do Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Física, seria necessário avaliar se essa influência se dá dentro daquilo que é desenvolvido nas aulas de Física das escolas da rede pública estadual.

Nessa perspectiva, esta pesquisa se propôs à construção de um recorte, por meio da elaboração de uma análise dos conteúdos de Astronomia presentes nos Cadernos do Professor, material integrante do Currículo do Estado, e fornecido aos professores da rede pública estadual para auxiliá-los no planejamento de suas aulas.

A avaliação da influência dos PCN nesses conteúdos se deu por meio da construção de categorias de análise - "*Sistema Terra-Lua-Sol*", "*Interação gravitacional*", "*Medidas astronômicas*", "*Vida fora da Terra*", "*Teorias e modelos de Universo e sua evolução*" e "*Relações entre modelos de Universo e culturas humanas*" - baseadas nas unidades temáticas propostas pelos PCN+ para o tema estruturador "*Universo, Terra e vida*".

Verificou-se a existência de sugestão de desenvolvimento de conteúdos de Astronomia, nos Cadernos do Professor para os 3º e 4º bimestres da 1ª série de Física no EM, num total de onze Situações de Aprendizagem (SA). Pode-se notar que

as SA tendem a ser temáticas, ou seja, cada uma tende a contemplar de uma a duas categorias apenas. A SA1 para o 4º bimestre, “*Matéria, movimento e universo*”, foi a única a contemplar três categorias, e a SA4 para o 4º bimestre, “*Dimensões do espaço e do tempo*”, a única a não contemplar nenhuma.

A SA “*Dimensões do espaço e do tempo*” se destoa das demais, por propor o desenvolvimento de alguns conceitos da relatividade restrita e da relatividade geral - tais como: interdependência entre as três dimensões do espaço e a dimensão do tempo, contração do espaço e dilatação do tempo, equivalência entre massa e energia, e viagens de ida e volta à Terra, a velocidades próximas à da luz -, dentro dos contextos: da existência hipotética de espaços com menos ou com mais do que três dimensões, em que seres vivos pudessem existir; de viagens espaciais; e de especulativas viagens no tempo. Apesar de não serem conceitos e contextos desvinculados da Astronomia, aproximam-se mais dos conteúdos tradicionais da Física. Vale notar que temas e conteúdos de relatividade restrita e geral não são contemplados nos PCN+, a não ser como exemplo, junto das ideias quânticas, de conhecimento a ser investigado para se compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam a interpretação do mundo atual, condicionado formas de pensar e interagir (BRASIL, 2002).

De acordo com a análise construída, as categorias “*Sistema Terra-Lua-Sol*”, “*Relações entre modelos de Universo e culturas humanas*” e “*Vida fora da Terra*”, não tiveram alguns de seus aspectos desenvolvidos em nenhuma das SA. “*Sistema Terra-Lua-Sol*” é um conteúdo meramente citado como uma possibilidade de desenvolvimento numa atividade final de uma das SA, sem qualquer desenvolvimento além dessa citação. “*Vida fora da Terra*”, por sua vez não vai além da apresentação da equação de Drake, e da discussão de que, do ponto de vista científico, não há evidências de vida extraterrestre. Foram excluídos, assim, quaisquer desdobramentos relacionados às condições que a ciência conhece serem necessárias para o surgimento de vida. E, finalmente, os conteúdos relacionados à categoria “*Relações entre modelos de Universo e culturas humanas*” não são propriamente desenvolvidos em nenhuma SA, a não ser na indicação, em uma delas, da informação da mudança do paradigma geocêntrico para o paradigma heliocêntrico, ocorrido entre os séculos XV e XVII, e de que ocorreram complicações na época, devidas ao posicionamento da Igreja a favor do modelo geocêntrico.

Assim, somente as categorias “*Interação gravitacional*”, “*Teorias e modelos de Universo e sua evolução*” e “*Medidas astronômicas*” foram contempladas, segundo a análise realizada. Todos os aspectos levantados, dentro de cada categoria, foram identificados no conjunto de SA estudado.

Dessa forma, parece sim haver certo grau de correspondência entre os conteúdos de Astronomia presentes nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo, para a disciplina de Física do EM, e os conteúdos de Astronomia propostos pelos PCN e pelos PCN+ para a disciplina de Física no EM.

Espera-se que este trabalho tenha contribuído de alguma forma para as pesquisas em desenvolvimento na área de Ensino de Astronomia. E aponta-se, como um possível desdobramento para este trabalho, a análise da abordagem de desenvolvimento dos conteúdos de Astronomia no Currículo do Estado de São Paulo, bem como se há alguma correspondência com a abordagem sugerida pelos PCN e pelos PCN+ para esse desenvolvimento.

## Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **PCN+**: Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002. 141p.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física**. São Paulo: SEE, 2008.