

ASTROBIOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR E TRANSDISCIPLINAR PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

ASTROBIOLOGY IN SCIENCE TEACHING: AN INTERDISCIPLINARY AND TRANSDISCIPLINARY APPROACH TO ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS

Lizangela Maria Almeida da Silva¹, Gleice Suellen da Rocha Oliveira²,
Luís Carlos Bassalo Crispino³, Amâncio Cesar Santos Friaça⁴

¹ Universidade de São Paulo/Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, lizangelaalmeidaiaag@usp.br

² Universidade Federal do Pará/Núcleo de Astronomia, gleyceoliveira11@gmail.com

³ Universidade Federal do Pará/Faculdade de Física, crispino@ufpa.br

⁴ Universidade de São Paulo/Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, amancio.friaca@iag.usp.br

Resumo: Neste trabalho apresentamos uma proposta didática interdisciplinar e transdisciplinar com base na Astrobiologia, que tem como público alvo professores de ciências do ensino fundamental. Identificamos diversos assuntos pertencentes ao conteúdo programático de ciências com tópicos estudados em Astrobiologia e, com base nesta identificação, desenvolvemos um modelo de mapa conceitual apresentando as conexões entre os assuntos estudados nas disciplinas de ciências do ensino fundamental com inspiração na coordenação transdisciplinar dos eixos de pesquisa astrobiológica. A partir deste ponto, relacionamos os conteúdos e propomos metodologias de abordagem para a inserção da Astrobiologia como uma alternativa didática.

Palavras-chave: Ensino de ciências; interdisciplinaridade; Transdisciplinaridade; Mapas conceituais; Astrobiologia.

Abstract: In this work we present an interdisciplinary/transdisciplinary didactic program based on Astrobiology aimed at science teachers of elementary school. We have identified a number of themes in the science curriculum that are related to topics studied in Astrobiology. Based on this correspondence, we developed a conceptual map exhibiting the connections between the contents of the science curriculum of elementary school inspired on the transdisciplinary coordination of the research axis in Astrobiology. We relate the contents and propose methodological approaches for the insertion of Astrobiology as a didactic alternative.

Keywords: Science teaching; interdisciplinarity; transdisciplinarity; conceptual maps; Astrobiology.

1 - INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Neste trabalho apresentamos uma proposta didática interdisciplinar e transdisciplinar para ser desenvolvida por professores de ciências do ensino fundamental. Buscamos atender às solicitações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), onde são sugeridas estratégias de ensino por meio da interdisciplinaridade, a qual deve surgir das necessidades do seio escolar, em resolver problemáticas que transcendam o domínio de apenas uma disciplina. Também, procuramos chamar a atenção para a importância do trabalho interdisciplinar, não apenas para ser aplicado pelo professor como estratégia de ensino, mas que possa ser compreendido e observado pelo aluno por meio das contribuições que outros professores podem realizar juntos para a produção do conhecimento.

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. (BRASIL, 2002).

No aspecto transdisciplinar, ao se desenvolver esta prática que envolve a colaboração de diversos conhecimentos, acreditamos que também poderão ser construídos na escola estratégias para a contemplação dos conteúdos atitudinais, onde professores, não apenas de ciências da natureza, mas também de humanas possam somar esforços juntos para promover modificações comportamentais, a exemplo, aspectos do carácter do ser humano quanto interventor da natureza, podendo este colaborar para a melhora da habitabilidade no planeta, quanto à preservação e as vantagens disso para todos os habitantes da Terra, a começar esta conscientização na escola, apresentando para os alunos os impactos sofridos pela planeta, como o aquecimento global, a perda de vegetação de forma irracional, poluição, enchentes, seca entre outros que, vitimam a vida humana. Todos esses eventos se relacionam através das ciências de base e sofrem transformações para a construção do conhecimento em Astrobiologia, destacando seu aspecto transdisciplinar.

Neste contexto, inserimos nossa proposta de ensinar ciências por meio da Astrobiologia, que é uma área de produção do conhecimento que conta com profissionais de diversos setores como Biólogos, Químicos, Físicos, Geólogos, entre outros distribuídos pelo mundo e que colaboram com a produção do conhecimento científico, por meio de redes interligadas para a investigação de uma questão comum, que é a vida no contexto cósmico. Embora este seja o enfoque principal das pesquisas em Astrobiologia, muitos temas de outras disciplinas compoem essa teia de conhecimentos, e podem ser utilizados pelos professores, relacionando questões sobre reprodução celular, em Biologia, soluções em Química, energia em Física, os espaços geográficos e a intervenção humana em Geografia, assim como também questões, referentes ao meio ambiente, partindo da sala de aula e se expandindo para outros espaços e eventos ocorrentes em escalas globais, como as nossas ações e suas devidas consequências e impactos no planeta.

No que diz respeito à escola e seus conteúdos, tomamos como ponto de partida a identificação de determinados assuntos pertencentes ao conteúdo programático de ciências da educação básica do ensino fundamental, a exemplo podemos citar a água e seus estados físicos da matéria. Estes assuntos também são estudados pela Astrobiologia e a comparação destes e outros conceitos nos

permitiu construir um modelo de mapa conceitual que poderá nortear o professor que se interessar em desenvolver esta prática em sua sala de aula. Neste momento, é válido ressaltar que embora aspectos das áreas denominadas de humanas tenham sido citados anteriormente, em nossa proposta construímos um mapa conceitual com enfoque nas ciências da natureza. No entanto, este mapa poderá ser complementado com outras contribuições que irão depender do professor articulador desta prática.

Tanto a interdisciplinaridade como a transversalidade combatem a fragmentação do conhecimento, fruto de uma tentativa de se alcançar um avanço científico e tecnológico a partir do século XVI e XVII, e que ainda persiste nos dias atuais através da solicitação de mão de obra cada vez mais especializada (Corrêa et al., 2006).

A interdisciplinaridade vai além de uma simples integração de disciplinas, ela envolve uma profunda reflexão sobre os problemas vividos pela ciência atual e requer um conhecimento das discussões epistemológicas (Fazenda, 2001).

Utilizando como base e referência os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), podemos observar que são inúmeros os processos para compreensão dos conhecimentos e formação crítica de um cidadão. Nos PCN ficam claras as indicações ao professor de desenvolver determinadas competências e habilidades que contemplem metodologias interdisciplinares, transdisciplinares e contextualizadas com o mundo atual, a fim de formar um cidadão crítico para viver em sociedade. No desenvolvimento destas competências e habilidades, existe um entrave principal, que é o fato das disciplinas serem vistas de modo geral separadamente em sala de aula, desconectadas umas das outras e às vezes descontextualizadas do mundo, tornando o assunto estudado distante da realidade do aluno.

Desde os seus primórdios, a Astrobiologia se esforça para cruzar as fronteiras tradicionais entre as ciências. Na elaboração de estratégias para o reconhecimento da vida extraterrestre, que engloba a reflexão filosófica, trabalho de campo biológico e bioquímico em extremófilos, observações astronômicas de exoplanetas e estudos teóricos e experimentais do conteúdo subatômico do universo. O grau de transgressão das fronteiras disciplinares e do diálogo entre os cientistas e estudantes envolvidos com a Astrobiologia tem sido tão alto que a Astrobiologia poderia ser caracterizada mais do que interdisciplinar como verdadeiramente transdisciplinar (Santos et al., 2016).

Estudos sobre Astrobiologia têm sido desenvolvidos junto a departamentos de Astronomia, Geologia, Biociências e Interdisciplinares. O trabalho em Astrobiologia apresenta um grau de colaboratividade tão elevada que surgiram redes internacionais para promover as pesquisas na área. Exemplos são a EANA (European Astrobiology Network Association), que tem os seus principais nodos na Europa, mas que reúne pesquisadores e instituições no mundo todo, e, nos Estados Unidos, também com sócios internacionais, o NAI (NASA Astrobiology Institute), liderado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). Em particular, o NAI (NASA) tem uma seção exclusivamente voltada para educação e divulgação a fim de incentivar iniciativas que possam despertar o interesse pela pesquisa em Astrobiologia de possíveis futuros cientistas assim como assinalar o papel da ciência na construção das sociedades modernas e democracia.

Dessa forma, são muitas as organizações de diversas áreas na produção do conhecimento e divulgação da Astrobiologia. Estas organizações podem servir como suporte teórico e fonte de referência na adoção de práticas de ensino que tenham enfoque astrobiológico. Em particular, o IAG-USP tem oferecido uma disciplina optativa de Astrobiologia, “Vida no Contexto Cósmico” para diversos cursos da Universidade de São Paulo, tanto de ciências naturais como de humanidades: Física, Biologia, Astronomia, Geologia, Geofísica, Meteorologia, Filosofia, Educação ambiental, Pedagogia, Ciências sociais, Economia, Administração, Letras e outros. A diversidade da população de estudantes frequentando a disciplina reflete o amplo interesse das pessoas pelo grande tema da “Vida no Cosmos” e proporciona discussões e reflexões que conectam os temas da Astrobiologia à questões de várias áreas de experiência da humanidade.

Uma das atividades da “Vida no Cosmos” foram as oficinas de transdisciplinaridade baseadas nos eixos de pesquisa astrobiológica (Friaça e Janot-Pacheco, 2016). São dez os eixos de pesquisa em astrobiologia: história da complexidade cósmica, universo molecular, habitabilidade, Sistema Solar, exoplanetas, extremófilos, origens da vida, bioassinaturas, evolução das biosferas, ação humana na Terra e além. Com inspiração na experiência didática baseada nos eixos de pesquisa astrobiológica da disciplina “Vida no Contexto Cósmico”, propomos no presente trabalho uma forma de coordenar os diversos assuntos no ensino de ciências, enfatizando a acessibilidade às informações e seu julgamento crítico, a contextualização, a transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade. Tal empreendimento pode colaborar com o professor na superação de algumas dificuldades da educação formal e iniciar um lento rompimento de antigos paradigmas como o da aprendizagem e o ensino de ciências de forma compartimentada.

2 - OBJETIVOS:

- Viabilizar aos professores uma prática interdisciplinar e transdisciplinar;
- Desenvolver com os alunos a noção de construção do conhecimento científico como uma ação humana que depende de outros saberes;
- Através do conhecimento científico, facilitar a percepção do aluno e do professor como atores da transformação social e promotores do autoconhecimento;
- Trabalhar com os conteúdos de água, vida, energia e estados físicos da matéria por meio da Astrobiologia;
- Apresentar a Astrobiologia como uma eficiente promotora da prática interdisciplinar e transdisciplinar;
- Promover reflexões e debates na sala de aula com grupos de alunos sobre Astrobiologia;
- Contextualizar conteúdos de ciências por meio dos quais o aluno se veja como parte integrante do universo;
- Promover o uso de mapas conceituais como ferramenta do processo de ensino-aprendizagem;
- Promover a aproximação das universidades de escolas de Educação Básica.

3 - METODOLOGIA:

Nossa proposta metodológica é desenvolvida em etapas, com características qualitativas como a construção de mapas conceituais, promoção de debates, exibição de vídeos e incentivo à pesquisa em diversas fontes. Além disso, são estimuladas ações de trabalho em equipe tanto pelos professores como pelos alunos, mostrando-se uma proposta de colaboração mútua para a melhoria do ensino de ciências.

3.1 - Etapa 1

Inicialmente analisamos três artigos técnicos publicados em revistas da área de Astrobiologia como, “O Estudo da Vida no Universo” (Chyba e Hand, 2005); “Astrobiologia: o estudo da origem e evolução da vida dentro e fora do planeta Terra” (Duarte e Lima, 2004); “O problema dos Cachinhos Dourados: Evolução climática a Longo Prazo, Habitabilidade de planetas terrestres” (Rampino e Caldeira, 1994). Nestes artigos, identificamos e destacamos alguns assuntos pertencentes ao conteúdo programático do ensino fundamental da educação básica brasileira. De acordo com (Brasil, 1997), estes conteúdos são: O que é vida, a importância da água, os estados físicos da matéria e Energia.

Em Astrobiologia, esses temas estão relacionados com um dos eixos de pesquisa astrobiológica, que é o da Habitabilidade. Esta se refere à determinação de quais regiões do universo apresentariam maior probabilidade de abrigar a vida. A Habitabilidade envolve duas questões: onde a vida pode se originar e onde ela pode sobreviver. As considerações sobre Habitabilidade fornecem uma fundamentação para a discussão sobre o tema muito atual da sustentabilidade e do meio ambiente. Além disso, a habitabilidade reúne de um modo natural três aspectos que são fundamentais para a vida, que são a energia, a água no estado líquido e a química baseada no carbono, que permite coordenar de modo natural temas de física, química, biologia e educação ambiental dentro dos planos de aula de ciências do ensino fundamental.

3.2 - Etapa 2

Utilizando o programa Cmap Tools, construímos um mapa conceitual para o estudo da Astrobiologia (Figura 1), a fim de comparar nosso mapa conceitual de Astrobiologia com um mapa conceitual para o ensino de ciências. Para isso, utilizamos um mapa conceitual construído por professores de ciências da educação básica (Figura 2), que não foram previamente contatados a respeito da utilização da Astrobiologia como ferramenta didática, para elaboração e execução de uma aula. É válido ressaltar, que a escolha de mapas conceituais fomenta a ideia de utilizar futuramente os resultados desta comparação para a produção de materiais didáticos interdisciplinares para o ensino de ciências através da Astrobiologia.

Modelo de mapa conceitual de Astrobiologia, na figura 01:

suporte teórico por meio de fornecimento de material, palestras, indicação de vídeos e o convite para composição de um grupo de professores que compartilham metodologias de ensino de ciências por meio da Astrobiologia. No grupo, serão tratados assuntos de ordem de aplicabilidade de propostas de professores, suas vantagens, desvantagens e formas de superação ou até mesmo de inviabilidade. Sendo neste grupo, destacado o objetivo das práticas e as produtividades dos professores quanto pesquisadores de suas próprias práticas, refletindo-as e transformando-as em resultados por meio de participações em congressos e publicações em periódicos da área.

3.4 - Etapa 4

Destacamos alguns assuntos que são comuns tanto no ensino de ciências da educação básica, como para a Astrobiologia. Dessa forma, desenvolvemos maneiras pelas quais os professores poderão implementar nossa proposta de ensino de ciências através da Astrobiologia em sala de aula. Esta proposta, embora envolva outras formas de abordagem, terá como foco principal o trabalho em equipe e o levantamento de debates construídos na sala de aula, a fim de que os alunos possam externar suas impressões e concepções a respeito dos assuntos.

O assunto vida é algo extremamente complexo, pois não se tem uma definição fechada para o que é vivo, mas de acordo com Gilmour e Sephton (2004), a maioria dos biólogos identificaria duas principais características que indicam a vida: a capacidade de autorreplicação, e a capacidade de sofrer a evolução Darwiniana. Estes assuntos fazem parte do conteúdo programático da educação básica brasileira. Além destas características, também se pode abordar as formas de vida existentes como vírus, bactérias e fungos, além de onde podem ser encontrados.

Para o assunto vida e suas formas, propomos que o professor solicite aos seus alunos que desenvolvam pesquisas em diversas fontes, a respeito de (i) o que é a vida, (ii) onde existe a vida e (iii) a diferença entre algo vivo e não vivo. E na culminância deste conteúdo propomos a realização de um debate entre equipes, quando o professor pode conduzir a discussão para situações que estimulem a imaginação dos alunos como as possibilidades de vida em condições extremas, como os extremófilos, na Terra ou a possibilidade de sua existência em outros locais do Sistema Solar.

Para temas como a água e os diferentes estados físicos da matéria, existe a possibilidade do professor mostrar aos alunos a importância da presença de água no estado líquido, destacando eventos como a formação das sopas primordiais que deram origem à vida. Aqui, é possível estabelecer relações entre a importância da água no estado líquido e a busca de vida em locais fora do planeta Terra. Nestes temas sugerimos a apresentação de vídeos que evidenciem a existência de água no Sistema Solar na forma sólida, líquida e gasosa. Além disso, podem ser propostas experiências de como se obter a água nos seus três estados físicos, propondo ao aluno o estabelecimento de uma relação entre estes estados com as mudanças na temperatura e pressão. Por exemplo, podem ser feitas experiências com a redução do ponto de fusão da água pela adição de sal, o que permite estabelecer paralelos entre as propriedades coligativas da água e a presença de água líquida em Marte.

Nesta aula também pode ser pertinente promover um debate que aborde com os alunos questões referentes à importância da água para a vida e de seus

diferentes estados, líquido - nos oceanos, rios, lagos e aquíferos subterrâneos, gasoso, na atmosfera e sólido, nas geleiras. Estas questões só podem ser respondidas com uma boa construção do assunto, tanto por meio de pesquisas como de experiências já desenvolvidas anteriormente pelo grupo. Além disso, esta atividade revisita o assunto “vida” visto anteriormente.

Outro conceito de grande importância para a Astrobiologia é o de energia, o qual pode ser trabalhado através de uma discussão da importância da energia para os processos climáticos e para a manutenção da vida. Seriam analisados os efeitos da energia solar tanto sob o aspecto de fonte de calor, fundamental para o clima e manutenção da água no estado líquido, como sob aquele da luz visível, responsável pela realização da fotossíntese e pelo crescimento das plantas.

Estas questões podem ser abordadas pelo professor, direcionando-se o trabalho em sala de aula para estimativas da quantidade de energia térmica recebida não só pela Terra, mas também por outro planeta ou lua, e qual seria a temperatura esperada. A questão central seria: a água está no estado líquido, sólido ou gasoso? Esta discussão abordará a importância dos gases constituintes da atmosfera que promovem o efeito estufa como uma fonte de aquecimento adicional, assim permitindo discutir o tema do aquecimento global e da ação humana no clima. Além disso, pode-se abordar outras fontes de energia além da solar, como a geotérmica, presente tanto na Terra como em outros locais do Universo. Esse seria o momento de se falar do vulcanismo de Io e do oceano debaixo do manto gelado de Europa, ambas luas do planeta Júpiter.

Na abordagem de energia, sugerimos a solicitação aos alunos de uma pesquisa prévia a respeito da importância da energia para a vida, e quais fontes de energia existem na Terra e em outros locais do Sistema Solar. Podem ser utilizados vídeos que evidenciem as fontes de energia térmica existentes ou a promoção de palestras e conversas com profissionais como professores de física, engenheiros e geólogos das universidades.

Por fim, nossa proposta de culminância seria orientar os alunos a destacarem todas as palavras que eles julgam importantes e que estejam relacionadas com Astrobiologia nos temas das aulas. Então, sugerimos que estes alunos, juntamente com o professor, como mediador, construam um mapa conceitual sobre a Astrobiologia, resumindo, organizando, interligando conceitos e estabelecendo relações entre os conteúdos aprendidos pelo conjunto (professores e alunos) da sala de aula. É válido destacar que, na construção deste mapa conceitual, existe a explicação por meio dos construtores para as ligações e definições estabelecidas, o que pode nos fornecer informações avaliativas de nossa intervenção.

Assim, acreditamos que o ensino de ciências por meio da Astrobiologia, pode contribuir com o ofício e crescimento dos professores e dos alunos. No sentido de apresentar uma abordagem para o ensino de ciências baseada em uma construção interdisciplinar e transdisciplinar sugerida nos PCN. Para isso, neste trabalho, idealizamos que o professor atue como agente modificador do ambiente escolar, conduzindo suas práticas didáticas para diferentes formas de reflexão com os professores e os alunos. Reflexões que possam contemplar o conhecimento científico, fundamental para o crescimento e aprendizado do aluno, mas que também, este conhecimento, possa servir de fundamento e argumento para a

construção de novas ações perante o autoreconhecimento do aluno, quanto ser interventor e modificador do ambiente habitável em que está inserido.

4 - PROPOSTAS FUTURAS:

- Elaboração de materiais de ensino de ciências por meio da Astrobiologia que, possam auxiliar o professor em suas aulas;
- Aplicação desta e de outras propostas relacionadas ao ensino de Astrobiologia junto com professores de ciências em suas salas de aula e análise quantitativa e qualitativa dos resultados;
- Divulgação desta proposta tornando-a acessível para as práticas dos professores, como em sites e redes sociais de divulgação científica;
- Formação de um grupo de trabalho com professores que manifestem interesse em desenvolver a temática da Astrobiologia em suas aulas.

5 – CONCLUSÕES

O trabalho de ensinar ciências por meio da Astrobiologia pode ser muito interessante. Do ponto de vista do ensino, pode parecer inicialmente um trabalho complexo, no sentido das articulações que o professor precisará estabelecer pois, a maioria dos professores recebeu uma formação especializada, onde as disciplinas foram trabalhadas individualmente. Além dos professores, este também é um desafio para o aluno, pois trata-se de uma mudança de paradigma e como toda mudança, apresentará resistência.

Na sua natureza interdisciplinar, a astrobiologia pode estar desbravando o terreno para o futuro de toda ciência. Nosso progresso no entendimento do universo é dificultado por nossa incapacidade e/ou relutância em cruzar as fronteiras artificiais impostas por nossa institucionalização da ciência (Grinspoon, 2005, p. 322).

Outro problema a ser enfrentado são os currículos a serem terminados em curtos espaços de tempo pelos professores, que geralmente possuem uma grande quantidade de turmas e conseqüentemente uma grande quantidade de aulas. No entanto, é importante que se mostre que um mesmo assunto ao ser trabalhado por meio da Astrobiologia, poderá ser trabalhado também pelas outras disciplinas sobre diferentes enfoques, o que auxiliaria os professores a revisitarem seus conteúdos, interligando-os e revisando-os. Tornando estes conteúdos mais presentes na realidade do aluno proporcionando diferentes análises e debates sobre uma mesma questão.

Assim, este trabalho pode se tornar extremamente promissor, em relação ao acesso de informações e troca de conhecimentos entre as disciplinas de cada profissional existente em uma escola ou fora dela. Trata-se de uma abordagem que não envolve apenas o professor, aluno e o espaço escolar, mas os transcende e abrange toda a sociedade, uma vez que, ao integrar o aprendizado das ciências pelos eixos de pesquisa da Astrobiologia, tomamos consciência do nosso papel de responsáveis por muitos eventos de grande escala (aquecimento global, perturbação dos ciclos do nitrogênio e do fósforo, acidificação dos oceanos, perda da biodiversidade e outros) que estão ocorrendo em nosso planeta, o que nos faz refletir e repensar sobre nossas ações de maneira crítica enquanto cidadão e ser social.

6 - AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, ao Programa SANTANDER universidades, Rede Brasileira de Astrobiologia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Instituto de Astronomia e Ciências Atmosféricas (IAG/USP), Universidade Federal do Pará (UFPA), Laboratório de Demonstrações (Labdemon-Ufpa), Núcleo de Astronomia (Nastro-Ufpa).

7 - REFERÊNCIAS

- BRASIL. Secretaria de Ensino Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: SEF/MEC, 1997.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980;
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. C. *Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. Investigações em Ensino de Ciências – v. 12(1)*, p. 139-154, 2007.
- GRINSPOON, D. *Planetas Solitários*. Ed. Globo. Brasil, 2005.
- CHYBA, C. F. e HAND, K. P. *Astrobiology: the Study of the Living Universe*. Annual Review of Astronomy and Astrophysics. vol.43: 31-74, May, 2005.
- DUARTE, R. T. D. e LIMA, I. G. P. *Astrobiologia: O Estudo da Origem e Evolução da Vida no Univers*. Revista Macrocosmo.com. ano II. Edição num 13, 2004.
- FRIAÇA, A. C. S e JANOT-PACHECO, E. Life in the Cosmic Context. An Astrobiology Course as an Experiment in Transdisciplinarity. *Astrobiology*, submetido.
- RAMPINO, M. R. AND CALDEIRA K. The Goldilocks Problem: Climatic Evolution and Long-Term Habitability of Terrestrial Planets. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. Vol. 32:83-114, Sep. 1994.
- MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Cadernos de Aplicação, Porto Alegre, v. 11, n.2, p. 143-156, 1998.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. *Astrobiobound! The Search for Life in the Solar System - Education and Outreach*. Disponível em: <<http://nai.nasa.gov/education-and-outreach/>>. Acesso em: Janeiro 2016.
- SOFTWARE CMAP TOOLS®. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em: fevereiro de 2016.
- I. GILMOUR AND M. A. STEPHON (EDITORS), *An Introduction to Astrobiology*, 358p., The Open University, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
- SANTOS, C. M. D., ALABI, L. P., FRIAÇA, A. C. S., e GALANTE, D. *On the parallels between cosmology and astrobiology: a transdisciplinary approach to the search for extraterrestrial life*. International Journal of Astrobiology, doi: 10.1017/S1473550416000094
- J. T. STALEY. Astrobiology, the Transcendent Science: the Promise of Astrobiology as an Integrative Approach for Science and Engineering Education and Research. *Current Opinion in Biotechnology*, 14, 347-354, 2003.