

ASTROQUÍMICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

ASTROCHEMISTRY IN THE COURSE OF LICENSING IN NATURAL SCIENCES: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY

Ryana Machado Vicente dos Santos Cruz¹

Wander Gomes Ney²

Tatiana Almeida Machado³

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido diante da necessidade de uma abordagem interdisciplinar no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Licenciatura em Biologia, em Física e em Química – oferecido pelo Instituto Federal Fluminense- IFF *campus* Campos-centro. O curso se fundamenta na interdisciplinaridade entre as áreas de física, química e biologia para construção de saberes que compõem a formação docente. Contudo, grande parte dos licenciandos do primeiro período relata não perceber conexão entre essas áreas durante as aulas. O presente trabalho consistiu na inserção do tema astroquímica para promover discussões e relações conceituais durante as aulas da disciplina “formação e estrutura da vida na Terra”. Analisou-se como uma abordagem de astroquímica influencia na compreensão interdisciplinar em uma turma de primeiro período do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal Fluminense. Como ferramenta avaliativa, utilizou-se a proposta de mapas conceituais, verificando a organização conceitual que o aprendiz atribuiu ao tema e sua conexão de saberes. Constatou-se que estratégias com perspectiva interdisciplinar podem ser muito válidas no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Astroquímica. Licenciatura em Ciências da Natureza.

Abstract

This work was developed in view of the need for an interdisciplinary approach in the undergraduate course of Natural Sciences - Licentiate in Biology, Physics and Chemistry - offered by the Fluminense Federal Institute-IFF campus Campos-center. The course is based on interdisciplinarity between areas of physics, chemistry and biology for the construction of knowledge that make up the teacher formation. However, most graduates of the first transitional period do not perceive connections between these areas during classes. The present work consisted in the insertion of the subject, astrochemistry to promote discussions and conceptual relations during the discipline classes "formation and structure of life on Earth". It was analyzed how an approach of astrochemistry influences in the interdisciplinary understanding in a class of first period of Degree of Sciences in the Nature of the Federal Fluminense Institute. Please inform yourself about a proposal of conceptual maps, verifying a well defined conceptual organization that the learner assigned to the theme and its connection of knowledge. It was found, therefore, that there is possibility of interdisciplinary transmission.

Keywords: Interdisciplinarity. Astrochemistry. Degree in Natural Sciences.

¹ Ciências da Natureza – Licenciatura em Química – Ensino de Química na perspectiva da Astronomia. Instituto Federal Fluminense – IFF.

² Instituto Federal Fluminense – IFF.

³ Instituto Federal Fluminense – IFF.

Introdução

A interdisciplinaridade, segundo Fazenda, é a substituição de uma concepção fragmentária por uma concepção única do conhecimento, sendo um processo que torna possível a compreensão da realidade como um todo (FAZENDA, 2013). O curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Licenciatura em Biologia, em Física e em Química - é oferecido pelo Instituto Federal Fluminense- IFF *campus* Campos-centro e se fundamenta na interdisciplinaridade entre as áreas de física, química e biologia para construção de saberes que compõem a formação docente. Contudo, grande parte dos licenciandos do primeiro período relata não perceber conexão entre essas áreas durante as aulas.

Diante da constatação de que é um grande desafio estabelecer a interdisciplinaridade entre física, química e biologia nos períodos iniciais do curso, ministrar aulas em conjunto com professores dessas diferentes áreas pode ser um bom ponto de partida para tais conexões. Sendo assim, o trabalho consistiu na inserção de conteúdos de química (por meio da astroquímica) durante as aulas da disciplina “Formação e estrutura da vida na Terra”, já lecionadas em dupla durante todo o semestre pelos professores de física e biologia no primeiro período.

Com aulas já lecionadas em dupla, conceitos da biologia e alguns fenômenos físicos, uma vez já trabalhados em parceria na sala de aula, ganharam reforços com a inserção da astroquímica na tentativa de viabilizar a conexão de saberes. Esse ramo da ciência estuda fenômenos químicos que ocorrem no espaço, bem como, a constituição elementar e a evolução química do universo (MORAIS, 2010). Na perspectiva da origem dos elementos químicos, a astroquímica pode contribuir para uma melhor compreensão do todo ao estudar os conteúdos da disciplina “Formação e estrutura da vida na Terra”.

Com intuito de obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento, pode-se utilizar o mapa conceitual como atividade avaliativa. Trata-se de um recurso não tradicional apropriado para uma avaliação qualitativa e formativa da aprendizagem (MOREIRA, 2006). No presente trabalho, essa técnica será utilizada para buscar informações sobre as relações significativas entre conceitos-chave das ciências naturais no ramo da astroquímica segundo o ponto de vista do aluno.

O objetivo principal do trabalho foi analisar como a inserção de conteúdos de química, por meio da astroquímica, influencia na compreensão interdisciplinar em uma turma de primeiro período do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal Fluminense.

Interdisciplinaridade no Ensino Superior

A maioria das atividades cotidianas requer um pouco de conhecimento científico, seja para acender um fósforo, conservar uma fruta, procurar a gasolina ideal para um automóvel etc. Faz-se necessário relacionar o aprendizado escolar a fatores sociais, culturais e econômicos para formação de um cidadão mais crítico, atento ao mundo a sua volta (CHASSOT, 2000). Contudo, muitas pesquisas afirmam que o ensino tradicional pouco tem contribuído para a construção de conhecimentos globais dos alunos, visto que estes são instruídos a compreenderem partes de um todo, favorecendo o aprendizado fragmentado dos conteúdos (GARRUTTI; SANTOS, 2004).

“Busca-se estabelecer o sentido de unidade, de um todo na diversidade, mediante uma visão de conjunto, permitindo ao homem tornar significativas as informações desarticuladas que vem recebendo” (GARRUTTI; SANTOS, 2004, p. 189). Nessa perspectiva, de acordo com Fazenda:

A interdisciplinaridade visa à recuperação da unidade humana através da passagem de uma subjetividade para uma intersubjetividade e assim sendo, recupera a ideia primeira de Cultura (formação do homem total), o papel da escola (formação do homem inserido em sua realidade) e o papel do homem (agente das mudanças no mundo) (FAZENDA, 2002, p. 48).

Na concepção da universidade inserida nos paradigmas do mundo moderno, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) instituiu a adequação dos cursos de graduação por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN). As DCN permitem uma organização curricular com relativa liberdade e flexibilidade (BRASIL, 1996). Nessa organização, a interdisciplinaridade faz-se presente de forma a contribuir para a integração do conhecimento. Nesse sentido, Luck ressalta que:

A interdisciplinaridade é o processo de integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que exerçam a cidadania, mediante uma visão global de mundo e com capacidade para enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade (LUCK, 2001, p. 64).

A interdisciplinaridade, portanto, pode ser vista como elemento articulador do processo de ensino e de aprendizagem (FAZENDA, 2002), apresenta-se como fundamento para as opções metodológicas do ensinar e como elemento orientador na formação dos profissionais da educação (GADOTTI, 2017).

Os avanços científicos e tecnológicos têm crescido consideravelmente no mundo moderno, provocando grandes mudanças e inovações. Com o acesso à internet tornando-se cada vez mais simples, sabe-se, quase que em tempo real, os fatos que ocorrem em todo o mundo. Nessa perspectiva, o professor também deve passar por um processo de mudança e se adaptar ao novo,

tornando-se um formador de conhecimento e não simplesmente um informador, pois, segundo Chassot, o docente formador nunca será substituído por nenhum “arsenal tecnológico”, por mais sofisticado que este seja (CHASSOT, 1993).

Dessa maneira, a formação de professores tem uma importância chave nesse processo de mudanças, sendo considerado um dos maiores desafios da educação atual (CARVALHO, 2010). Como a educação tem se fundamentado num ensino tradicional, ou seja, o educador transmite os saberes para os discentes sem que ocorra uma troca de significados entre eles (GALIAZZI, 2003), torna-se necessário que os professores, de ciências em particular, mudem sua forma tradicional de ensino, formando assim cidadãos aptos para enfrentar as diversidades da sociedade.

Ensino de química

O ensino de química atual tem como princípio fundamental o entendimento da matéria sendo constituída de diferentes tipos de átomos, os quais denominam-se elementos químicos e seus isótopos. Para isso, no ensino médio, costuma-se iniciar a abordagem da química com o conceito de átomo vinculado à sua evolução histórica entre os modelos de Dalton, Thompson, Rutherford e Bohr.

Na abordagem do átomo nuclear e seus constituintes principais, é ensinado como diferentes átomos possuem diferentes números de elétrons, prótons e nêutrons e, assim, são caracterizados como diferentes elementos químicos e seus isótopos. Os elementos químicos são identificados pelo número de prótons existentes nos núcleos atômicos, uma importante característica, a qual denomina-se número atômico.

Nessa perspectiva, também é ensinado, aos alunos, como os elementos químicos estão dispostos na tabela periódica e que a matéria bariônica observada na natureza poderia ser entendida a partir da organização desses elementos em estruturas mais complexas (tais como moléculas, compostos iônicos etc.). O entendimento desse processo se daria a partir dos estudos das propriedades desses elementos, suas ligações, interações e reorganizações ocorridas nas reações químicas.

Geralmente, os alunos já trazem uma visão fragmentada do conhecimento científico desde o Ensino Médio. Portanto, ao ingressar no Ensino Superior, os discentes podem ainda não perceber a conexão entre a química, a física e a biologia. Com intuito de contribuir para a integração do conhecimento científico, entende-se que a abordagem interdisciplinar pode corroborar para o processo de formação global dos discentes. Nessa perspectiva, o assunto astroquímica é interessante para integrar as ciências da natureza, visto que se apresenta com grande potencial para promover uma melhor compreensão do todo ao estudar sobre a formação dos elementos químicos.

Astroquímica do Big Bang à tabela periódica

A astroquímica é o ramo da ciência que estuda fenômenos químicos que ocorrem no espaço, bem como, a constituição elementar e a evolução química do universo. Considera-se que o início dessa ciência se deu com a descoberta do radical OH⁻ no espaço interestelar no ano de 1963. A partir daí, a astroquímica passou a se desenvolver e a se ocupar cada vez mais com questões como a origem, formação, abundância e degradação de moléculas interestelares (BAKER et al., 1999).

No âmbito da evolução química do universo, tem-se que o surgimento dos elementos químicos aconteceu a partir da origem da grande expansão do Universo - o Big Bang. Há cerca de 15 bilhões de anos, o universo começou a evoluir a partir de uma singularidade, surgindo em seguida estrelas, planetas e galáxias. Durante o processo da evolução química do universo, tem-se a formação das partículas subatômicas, essas se uniram por meio de reações ocasionadas pelo resfriamento e expansão contínua, dando origem a átomos leves e simples como o hidrogênio (H) e o hélio (He). Esses elementos, além de serem os primeiros a surgirem, são os que constituem a maior parte da massa bariônica do universo (MORAIS, 2010).

Elementos químicos mais pesados que o hidrogênio foram e são formados por meio da fusão que ocorre no núcleo das estrelas, onde dois ou mais átomos se unem para formar um núcleo de massa maior. Essa reação nuclear produz elementos químicos mais pesados como o carbono (C), o oxigênio (O), o silício (Si), o enxofre (S) e o ferro (Fe). Em particular, três desses formam mais de 80 % dos átomos da Terra: o oxigênio, além de abundante na superfície do planeta, está presente na água, nas rochas e no ar; o ferro é o principal elemento químico do núcleo da Terra e o silício é encontrado nas areias que cobrem o fundo dos oceanos (MORAIS, 2010).

Cada átomo de oxigênio inspirado, cada átomo de cálcio nos ossos, assim como átomos de ferro e carbono na musculatura tiveram uma origem muito específica: apenas o hidrogênio e o hélio (além do deutério e parte do lítio) foram formados no Big Bang, enquanto que os elementos químicos mais pesados foram todos sintetizados no centro das estrelas (MENDES, 2011).

Com a morte de estrelas, o gás enriquecido desses elementos pesados foi lançado ao espaço, apenas para se juntar aos restos de milhares de outras estrelas e formar uma nova geração de corpos celestes. O sol já é uma estrela de terceira geração, e graças a isso a composição química do sistema solar é rica o suficiente para formar a vida como se conhece (MENDES, 2011).

O surgimento da Terra se deu por volta de 4,6 bilhões de anos atrás, já a vida, não se sabe ao certo como surgiu, mas todos os elementos que a propiciaram foram formados pelas reações nucleares ou pelos processos de "morte" das estrelas. Desta forma, o ser humano pode se considerar "poeira de uma estrela" (MORAIS, 2010).

Quem nunca ouviu a expressão “somos poeira estelar”? A conexão que vincula a humanidade com as estrelas diz respeito aos elementos químicos, indispensáveis para manter a estrutura física do homem. A tabela periódica, por sua vez, foi elaborada pela organização desses elementos químicos, conforme suas propriedades e características (MORAIS, 2010). Todavia, conteúdos referentes à tabela periódica são, geralmente, ensinados de maneira descontextualizada no ambiente escolar; o ensino tradicional pouco tem contribuído para a construção de conhecimentos globais dos alunos (GARRUTTI; SANTOS, 2004).

Metodologia

Primeiramente, foram verificados os conteúdos abordados na disciplina “Formação e estrutura da vida na Terra” do primeiro período do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do IF Fluminense *campus* Campos- centro. Para ter acesso a essas informações e averiguar a interação entre os professores atuantes em dupla, foi verificado o conteúdo programático da disciplina e, também, quatro aulas foram assistidas na turma em que se desejava aplicar este trabalho. Considera-se essa etapa como um estudo de campo acordado com os professores.

O segundo momento consistiu na elaboração de três aulas sobre astroquímica com a temática “Elementos químicos, a origem”. Feito o estudo de campo, o conteúdo trabalhado sobre a formação dos elementos químicos foi suportado pelos conceitos físicos de interações fundamentais da natureza, assim como a compreensão biológica de que o ser humano é constituído por esses elementos.

Em seguida, no terceiro momento, as duas primeiras aulas foram aplicadas na turma do primeiro período com duração total de 1 hora e 40 minutos. Vale ressaltar que a turma é composta por 28 alunos no período diurno. Partindo de reflexões sobre a formação do ser humano numa perspectiva atômica, foi estabelecida uma conexão entre conteúdos de química e biologia: a matéria bariônica observada na natureza pode ser entendida a partir da organização de elementos químicos em estruturas mais complexas, tais como compostos iônicos e moléculas.

De acordo com o conteúdo programático da disciplina (o qual foi verificado na etapa considerada como estudo de campo), foram destacados os conteúdos que se relacionam com os assuntos abordados no âmbito deste trabalho: a) Reconhecimento de elementos químicos da tabela periódica em atividades cotidianas; b) Surgimento da matéria; c) Energia e massa em transformação; d) Forças fundamentais da natureza (nuclear forte, nuclear fraca, eletromagnética e gravitacional); e) Discussão de teorias do surgimento do universo (Big Bang e estado estacionário); f) Evolução química do universo (nucleossíntese primordial e estelar) e; g) Identificação de átomos (espectroscopia de emissão e absorção atômica). Sendo assim, a escolha do tema abordado no

presente trabalho, ao versar sobre astroquímica, se apresenta com grande potencial para contribuir com a proposta de conteúdo da disciplina.

Na sequência, para discutir a origem dos elementos químicos (nucleossínteses primordial e estelar), foram feitas revisões de conteúdos de física, tais como força nuclear forte; força nuclear fraca; força eletromagnética; força gravitacional e ondas eletromagnéticas. Ademais, como atividade prática, foi utilizado um kit de lâmpada de gás hélio com óculos de rede de difração adequada ao discutir sobre a relação das ondas eletromagnéticas com os elementos químicos. Como as aulas dessa disciplina já eram ministradas em dupla, os professores de física e biologia teriam livre acesso para interagir com a turma durante as aulas de astroquímica.

O quarto momento, por sua vez, consistiu na execução da terceira aula, esta com duração de 50 minutos. Mantendo a abordagem interdisciplinar na temática “elementos químicos, a origem”, essa aula foi dirigida pelo professor de física, reforçando a ideia de conexão de saberes. Sob o olhar desse professor de física (o professor da disciplina em questão), a aula consistiu numa breve retomada de conceitos vistos nas aulas de astroquímica, seguida de uma atividade avaliativa. Tratou-se de uma avaliação por meio de mapas conceituais, cujas palavras norteadoras, selecionadas pelos três professores, eram Big Bang; nucleossíntese; energia; matéria e universo. A proposta de elaboração de um mapa conceitual, de forma individual, foi feita no intuito de verificar como os alunos relacionariam os conteúdos de química com os conceitos físicos e biológicos discutidos durante as aulas de astroquímica.

Em um mapa conceitual, o estudante “estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina” (MOREIRA, 2006, p. 26). De acordo com as teorias de Ausubel, cada disciplina tem uma organização hierárquica de conceitos que constitui um sistema de informações dessa disciplina. Nessa perspectiva, tem-se que a utilização de mapas conceituais pode ajudar o aluno a organizar esses conceitos em sua mente, trata-se de uma sistematização de ideias ao estudar certos conteúdos (MOREIRA, 2006).

Segundo Moreira, mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais estritamente, ele afirma também que “podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte dela” (MOREIRA, 2006, p. 45). Dessa forma, os mapas conceituais podem ser utilizados para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo trabalhados em sala de aula, em uma unidade de estudo ou, até mesmo, em um curso inteiro. O desenvolvimento de conceitos procede com mais êxito quando os elementos mais gerais e inclusivos são introduzidos em primeiro lugar e, então, os

demais elementos são progressivamente diferenciados, em termos de detalhe e especificidade (MOREIRA, 2006).

Com intuito de obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento, pode-se utilizar o mapa conceitual como atividade avaliativa. Trata-se de um recurso não tradicional apropriado para uma avaliação qualitativa e formativa da aprendizagem (MOREIRA, 2006). Portanto, conforme explicado sobre esse quarto momento, o método da coleta de dados pós conteúdo consistiu na solicitação de elaboração de mapa conceitual, de forma individual, por cada aluno.

Resultados e discussão

Por meio da observação, foi verificada a participação ativa da maioria dos alunos em sala de aula durante a abordagem do conteúdo aplicado. A interação entre os três professores de diferentes áreas deixava os alunos muito à vontade para levantar questionamentos e curiosidades interdisciplinares, tais como dúvidas referentes à estrutura do homem enquanto “poeira estelar”.

Quanto aos mapas conceituais desenvolvidos pelos discentes na última aula, ao analisá-los, constatou-se a existência de algumas características que indicam uma organização conceitual bem estabelecida entre as ciências discutidas em sala de aula. As conexões entre os conceitos de “Big Bang”, “nucleossíntese” e “matéria”, por exemplo, revelaram a familiaridade dos alunos com o tema. Todos os mapas foram estabelecidos com a conexão do conceito “Big Bang” com os átomos que compõem o ser humano, reafirmando a visão interdisciplinar proposta em aula.

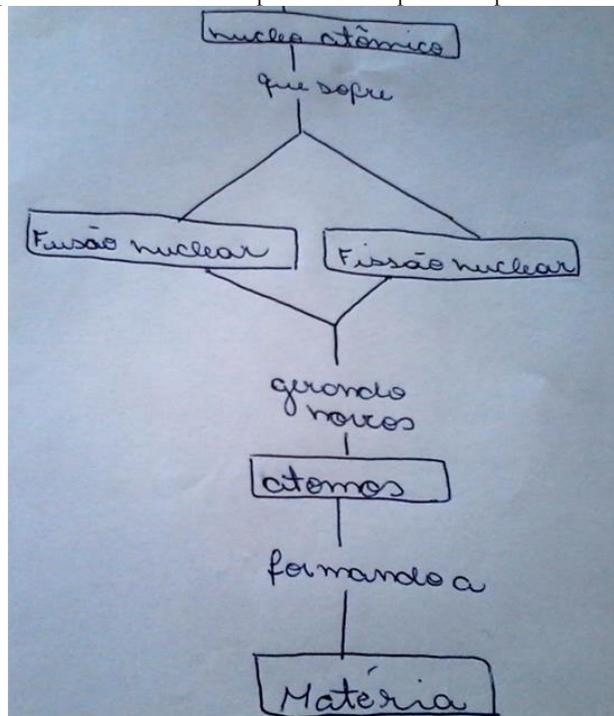
Os mapas continham mais conceitos-chave do que a proposta inicial dos professores; ou seja, palavras como “fusão nuclear” e “fissão nuclear”, por exemplo, foram consideradas norteadoras pelos alunos. O fato de propor conceitos-chave além dos demais solicitados, segundo Moreira, indica certa autonomia do aluno na construção do conhecimento; ademais, entende-se que a sistematização de ideias pode ser ainda mais eficaz no processo de aprendizagem quando há essa contribuição espontânea do discente (MOREIRA, 2006).

Em sua totalidade, os mapas conceituais construídos pelos alunos foram organizados hierarquicamente, com clareza e validade em suas proposições. Uma das características destacadas na análise desses mapas foi a existência de ligações cruzadas, presente em 86% dos 28 mapas construídos. Isso pode ser um indicativo da capacidade da síntese criativa do autor (NOVAK & CAÑAS, 2010 apud FERRÃO & MANRIQUE, 2014), trata-se do cruzamento de conceitos estabelecidos no mapa conceitual, mostrando relações entre seus ramos distintos.

Conforme ilustrado na Figura 1, pode-se perceber a ligação cruzada de um dos mapas construídos pelos alunos. Nesse caso, o discente estabeleceu um cruzamento de linhas entre os

conceitos de fusão e fissão nuclear, relacionando-os com a geração de novos átomos, o que indica uma síntese de ideias.

Figura 1- Fragmento de mapa conceitual construído por aluno do primeiro período de Ciências da Natureza



Fonte: elaborada pela autora do presente trabalho

Considerações finais

Diante de todo estudo feito para ampliar a discussão interdisciplinar no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do IFF, pode-se verificar que a astroquímica se apresenta como assunto de grande relevância para fomentar tal discussão. Na perspectiva da constituição elementar e a evolução química do universo, a astroquímica possui grande potencial para construção de conhecimentos interdisciplinares no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza.

Com a proposta bem sucedida do presente trabalho, verificou-se que a interdisciplinaridade entre as ciências naturais pode ser construída a partir da conexão de conceitos norteados por temáticas. Constatou-se que a utilização do tema astroquímica pode contribuir para uma melhor compreensão do todo ao estudar os conteúdos da disciplina “Formação e estrutura da vida na Terra”. Sob essa temática, as discussões que perpassam as três áreas (física, química e biologia) propiciaram a conexão do conhecimento sobre astroquímica com os fenômenos físicos e biológicos envolvidos na formação do homem enquanto matéria.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, com a construção de mapas conceituais, por exemplo, os discentes organizaram suas ideias e, explicitamente, conectaram conceitos discutidos durante as aulas. Todavia, essa pesquisa não se caracteriza por resultados acabados, a necessidade

de mais estudos sobre o assunto em questão persiste e é urgente diante da fragmentação constatada no ensino superior. Nessa perspectiva, acredita-se que o presente trabalho pode ser uma ferramenta interessante na busca por metodologias mais eficazes para a compreensão interdisciplinar no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza. Afinal, além de ser um curso superior para construção de conhecimentos no âmbito das ciências naturais, vale ressaltar que trata-se de uma formação docente, ou seja, professores de ciências são formados nesse processo de ensino e aprendizagem.

A disciplina “Formação e estrutura da vida na Terra” teve seu significado ampliado devido à abordagem interdisciplinar viabilizada pelo assunto astroquímica. Dessa forma, sua ementa foi modificada pelos professores da disciplina, tornando a astroquímica parte do conteúdo programático para as turmas ingressantes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza nos próximos semestres letivos. Contando com mais uma experiência após a referida no presente trabalho, pode-se afirmar que, na realidade de formação docente do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do IFF, estão surgindo novas maneiras de enxergar o conhecimento científico. Afinal, espera-se formar cidadãos no processo de ensino e aprendizagem, pessoas capazes de perceber um mundo composto de vários fatores que formam uma complexidade.

Referências

BAKER, A. C.; MATHLIN, G. P.; CHURCHES, D. K.; EDMUNDS, M. G. **The chemical evolution of the universe**. arXiv:astro-ph/9912352, v. 1, 1999.

BRASIL. Lei nº 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, no. 248, p. 27.833-27.841, dez. 1996.

CARVALHO, A. M. P. **Formação e prática profissional de professores de física**. In: García, N.M. D., Higa, I., Zimmermann, E. Silva, C.C., Martins, A.F.P. A pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias, São Paulo: Editora da Sociedade Brasileira de Física, p.21-44, 2010.

CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Unijuí. 1993.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Juí: UNIJUÍ, 2000.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?**. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

FAZENDA, Ivani (org.); FERREIRA, Maria Elisa de M. P. **Práticas Interdisciplinares na Escola**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L. O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em cálculo. **Investigações em ensino de ciências**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 193-216, dez. 2014.

GADOTTI, M. **Interdisciplinaridade**: atitude e método. São Paulo: Instituto Paulo Freire. Disponível em: <www.paulofreire.org>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GALIAZZI, M.C. **Teorias curriculares dos formadores**. In: GALIAZZI, M.C. Educar pela pesquisa: ambientes de formação de professores de ciências. Ijuí: Editora Unijuí, p. 139-180, 2003.

GARRUTI, E. A.; SANTOS, S. R. **A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento**. Revista de Iniciação Científica, FFC – *campus* de Marília – São Paulo, v.4, n.2, p.1-11, 2004.

LUCK, H. **Pedagogia da interdisciplinaridade**. Fundamentos teórico - metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARTINS, H. H. T. D. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MENDES, C. C. A. **As estrelas, uma viagem estrutura do átomo- Astroquímica para o estudo do átomo e outros conceitos químicos**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

MORAIS, A. M. A. **A origem dos elementos químicos- Uma abordagem inicial**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Ed. do Autor, Porto Alegre, 2006.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 3 Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2014.