

**SEQUÊNCIA FEDATHI NO ENSINO DE ESPECTROSCOPIA E
ASTRONOMIA: UMA ANÁLISE QUALITATIVA DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**FEDATHI SEQUENCE IN THE TEACHING OF SPECTROSCOPY AND
ASTRONOMY: A QUALITATIVE ANALYSIS OF MEANINGFUL LEARNING
IN THE 9TH GRADE OF ELEMENTARY SCHOOL**

Julimar de Aguiar Costa¹

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa, do tipo pesquisa-ação, que investigou as contribuições da Sequência Fedathi para o ensino de conceitos de Espectroscopia aplicada à Astronomia para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. A intervenção foi realizada com nove alunos de uma escola pública de Tianguá-CE, em oito encontros de 100 minutos cada. Utilizou-se a Sequência Fedathi (Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova) como metodologia, aliada aos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os dados foram coletados por meio de pré-teste e pós-teste (questões objetivas e subjetivas) e observação participante, sendo analisados pela técnica de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin. Os resultados indicam evolução nos percentuais de acertos: definição de exoplanetas (0% para 100%), radiação infravermelha (11% para 100%) e relação cor-temperatura de estrelas (33% para 100%). As falas dos alunos, analisadas em três categorias (estranhamento inicial, descoberta/protagonismo, motivação/interesse), evidenciaram superação do desconforto inicial e maior engajamento. Os resultados são discutidos à luz de pesquisas anteriores sobre a Sequência Fedathi (SOUZA, 2013; SOARES; NOBRE, 2017; BORGES NETO, 2018). Conclui-se que os resultados sugerem que a Sequência Fedathi contribuiu para a ancoragem de novos conceitos e para o protagonismo discente, ainda que dificuldades matemáticas tenham

¹ Doutor em Ciências da Educação (CBS). Professor da Educação Básica – Tianguá/CE

persistido.

Palavras-chave: Sequência Fedathi. Espectroscopia. Astronomia. Aprendizagem Significativa. Análise de Conteúdo.

Abstract: This article presents the results of a qualitative action research study that investigated the contributions of the Fedathi Sequence to the teaching of Spectroscopy concepts applied to Astronomy for 9th-grade elementary school students. The intervention was carried out with nine students from a public school in Tianguá-CE, in eight 100-minute sessions. The Fedathi Sequence (Position Taking, Maturation, Solution, and Proof) was used as a methodology, combined with the fundamentals of David Ausubel's Meaningful Learning Theory. Data were collected through pre-tests and post-tests (objective and subjective questions) and participant observation, being analyzed using Laurence Bardin's Content Analysis technique. The results indicate an evolution in the percentage of correct answers: definition of exoplanets (0% to 100%), infrared radiation (11% to 100%), and star color-temperature relationship (33% to 100%). The students' statements, analyzed in three categories (initial strangeness, discovery/protagonism, motivation/interest), showed overcoming of initial discomfort and greater engagement. The results are discussed in light of previous research on the Fedathi Sequence (SOUZA, 2013; SOARES; NOBRE, 2017; BORGES NETO, 2018). We conclude that the results suggest that the Fedathi Sequence contributed to the anchoring of new concepts and to student protagonism, although mathematical difficulties persisted.

Keywords: Fedathi Sequence. Spectroscopy. Astronomy. Meaningful Learning. Content Analysis.

Introdução

Nas últimas décadas, o ensino de Física na Educação Básica tem enfrentado desafios

relacionados à descontextualização dos conteúdos, à ênfase excessiva na memorização de fórmulas e à pouca abordagem de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Estudos indicam que os alunos concluem o Ensino Médio sem contato com conceitos fundamentais da Física do século XX, como a quantização da energia, o efeito Doppler para a luz ou a espectroscopia (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Ausubel (2003, p. 131) já criticava o modelo excessivamente baseado em testes de memorização, que faz com que os estudantes se tornem “adeptos da memorização, não só de proposições e fórmulas-chave, mas também de causas, exemplos, razões, explicações e formas de reconhecimento e resolução de problemas tipo”.

Paralelamente, a Astronomia desponta como temática motivadora, capaz de despertar curiosidade e favorecer o interesse dos estudantes. No entanto, pesquisas revelam que tanto alunos quanto professores apresentam dificuldades conceituais nessa área, incluindo confusões entre termos básicos como estrela, planeta e galáxia (LANGHI, 2014). De acordo com Leite (2006, p. 1), “esse professor pouco sabe sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o Universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois em sua formação conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar”.

Diante desse cenário, metodologias ativas que promovam o protagonismo do aluno vêm ganhando espaço. A Sequência Fedathi (SF), proposta por Hermínio Borges Neto, é uma metodologia de ensino que coloca o estudante na posição de investigador, simulando o fazer científico por meio de quatro etapas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova (SOUZA, 2013). De acordo com Borges Neto (2016), a SF pode ser definida como o método científico aplicado ao ensino. Aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que valoriza os conhecimentos prévios do aluno, a SF tem potencial para promover uma aprendizagem mais consistente.

Pesquisas anteriores têm demonstrado a eficácia da Sequência Fedathi no ensino de Física. Soares e Nobre (2017) identificaram que a SF transforma o aluno em um ser ativo, pesquisador de seus próprios modelos de solução, e orienta o professor como mediador no processo de aprendizagem. Souza (2013) destaca que a SF apresenta um modelo de ensino que inclui a investigação científica

como uma das etapas na elaboração do conhecimento.

No entanto, a aplicação da Sequência Fedathi no ensino de Física para o Ensino Fundamental, especialmente abordando temas de Espectroscopia e Astronomia, ainda é pouco explorada na literatura. A maioria dos estudos concentra-se no Ensino Médio ou na Matemática (SOUZA, 2013; BORGES NETO, 2018). Este estudo busca preencher essa lacuna ao investigar a seguinte questão: Quais as contribuições da Sequência Fedathi para a aprendizagem de conceitos de Espectroscopia aplicada à Astronomia por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental?

Este artigo tem como objetivo analisar as contribuições da Sequência Fedathi para a aprendizagem de conceitos de Espectroscopia aplicada à Astronomia por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, identificando indícios de aprendizagem significativa e de protagonismo discente.

Referencial Teórico

Teoria da Aprendizagem Significativa (David Ausubel)

Para Ausubel (2003), psicólogo norte-americano, a mente humana é altamente organizada, e a formação de conceitos se estrutura de forma hierárquica a partir das experiências vivenciadas pelo indivíduo. A variável mais importante que influencia a aprendizagem significativa consiste no conhecimento que o indivíduo já possui – os chamados subsunçores. Nas palavras de Ausubel et al. (1978, p. IV): “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos”.

A aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo se ancora em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, de forma não arbitrária e não literal. Contrapõe-se à aprendizagem mecânica, baseada na memorização sem compreensão, que é volátil e de curta duração (TAVARES, 2010). Para que a aprendizagem significativa ocorra, são necessárias duas condições: (a) o aluno precisa estar disposto a aprender; (b) o conteúdo deve ser lógico e psicologicamente

significativo (PELIZZARI et al., 2002).

Sequência Fedathi

A Sequência Fedathi (SF), desenvolvida por Hermínio Borges Neto, “baseia-se no método científico, transposto a um ambiente de ensino” (BORGES NETO, 2020, p. 14). Inicialmente proposta para o ensino de Matemática, a SF expandiu-se para diversas áreas do conhecimento, incluindo a Física (SOUSA, 2015). É composta por quatro etapas sequenciais e interdependentes:

- Tomada de Posição: o professor apresenta uma situação-problema desafiadora e estabelece o acordo didático.
- Maturação: os alunos refletem individualmente ou em grupos, formulando hipóteses. O professor adota a postura de “mão no bolso”.
- Solução: socialização e debate das soluções encontradas, com valorização de todas as respostas.
- Prova: formalização do conhecimento pelo professor, com sistematização do modelo geral.

A SF valoriza princípios como o erro (como elemento fundamental para revisão da práxis pedagógica), o contraexemplo e a pergunta (como estratégia de mediação didática). De acordo com Souza (2013, p. 40-41), a eficácia da SF exige que professores e alunos vivenciem aspectos fundamentais como a investigação, a troca de informações e a reflexão sobre os próprios erros.

Pesquisas anteriores sobre Sequência Fedathi no ensino de Física

Diversos estudos têm investigado a aplicação da Sequência Fedathi no ensino de Física. Soares e Nobre (2017) concluíram que a SF é bem aplicável no ensino de Física, podendo ser considerada

uma importante ferramenta metodológica para o estudo de conteúdos de Física em sala de aula, transformando o aluno em um ser ativo, pesquisador de seus próprios modelos de solução.

Sousa (2015) destaca que a SF vai mais além de uma sequência de passos, enfatizando uma nova postura do professor através de princípios que ele deverá internalizar, no sentido de proporcionar aos alunos oportunidades de experimentação, tentativas e investigação. Borges Neto (2018) complementa que a SF pode ser definida como o método científico aplicado ao ensino.

No entanto, a aplicação da SF no Ensino Fundamental, especificamente com conteúdos de Espectroscopia e Astronomia, permanece como uma lacuna na literatura, o que justifica a presente investigação.

Material e Método

Tipo de pesquisa

A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, com abordagem de pesquisa-ação (BOGDAN; BIKLEN, 1994). O pesquisador atuou como professor-participante, mediando as atividades e coletando dados em sala de aula. Segundo Thiollent (1998, p. 14), a pesquisa-ação é “um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada com estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo”.

Local e participantes

O estudo foi realizado na Escola de Ensino Fundamental Dom Javier Hernandez Arnedo, em Tianguá-CE, com nove estudantes do 9º ano, com idades entre 13 e 14 anos. A escola atende alunos de condições sociais majoritariamente baixas. As aulas ocorreram no contraturno escolar, em oito encontros de 100 minutos cada (total de 16 aulas), durante o mês de junho de 2022.

Sequência didática aplicada

A sequência didática foi organizada em oito encontros, conforme o Gráfico 1 abaixo.

Quadro 1. Encontros realizados na aplicação da sequência didática.

Encontro	Temas abordados
1º	Apresentação, introdução e pré-teste
2º	Dispersão da luz e cor do céu dos astros
3º	Difração, interferência e instrumentos usados em Astronomia
4º	Espectro eletromagnético e exoplanetas
5º	Leis de Kirchhoff e organização do Universo
6º	Radiação de corpo negro e evolução estelar
7º	Efeito Doppler e expansão do Universo
8º	Conclusão e pós-teste

Foram utilizados experimentos de baixo custo (céu artificial, espectroscópio caseiro construído com CD e caixa de papelão), simulações virtuais (PhET Colorado), mapas conceituais e trabalho em grupos de três alunos cada.

Instrumentos de coleta e análise

Os instrumentos de coleta de dados foram:

- Pré-teste e pós-teste: idênticos, com 10 questões objetivas (múltipla escolha) e 10 questões subjetivas (abertas), aplicados no primeiro e no oitavo encontros.
- Observação participante: registros fotográficos e anotações em diário de campo.
- Registros das produções dos alunos: soluções escritas para os problemas propostos.

A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Conteúdo, conforme proposta por Laurence Bardin (1977), que a define como:

“Um conjunto de técnicas de análises de comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens” (BARDIN, 1977, p. 42).

As respostas subjetivas foram categorizadas em três categorias emergentes: (1) estranhamento inicial; (2) descoberta/protagonismo; (3) motivação/interesse.

Resultados

Evolução dos acertos (pré-teste e pós-teste)

O Gráfico 1 apresenta a evolução percentual de acertos em questões objetivas sobre conceitos centrais da espectroscopia, comparando o desempenho da turma (N=9) antes e após a aplicação da sequência didática com a Sequência Fedathi. Os dados indicam avanços expressivos em todos os conceitos avaliados, com destaque para radiação infravermelha (11% para 100%), velocidade da luz no prisma (22% para 100%) e relação cor-temperatura de estrelas (33% para 100%).

Gráfico 1. Percentual de acertos no pré-teste e pós-teste por conceito (N=9).

Conceito	Pré(%)	Pós(%)	Varição
Dispersão da luz branca	67%	100%	+33
Cor que sofre menor desvio (vermelha)	33%	100%	+67
Velocidade da luz no prisma	22%	100%	+78
Difração em CD	44%	89%	+45

Radiação infravermelha	11%	100%	+89
Ondas exclusivamente eletromagnéticas	56%	100%	+44
Efeito Doppler	67%	100%	+33
Espectro eletromagnético	44%	100%	+56
Lei de Wien (cálculo)	22%	67%	+45
Relação cor-temperatura	33%	100%	+67

Os maiores avanços ocorreram na radiação infravermelha (+89 pontos percentuais) e na velocidade da luz no prisma (+78 pontos percentuais). A menor evolução foi na Lei de Wien com cálculo (+45 pontos percentuais), indicando persistência de dificuldades matemáticas.

Evolução das definições conceituais

O Quadro 2 apresenta exemplos de respostas dos alunos sobre conceitos astronômicos antes e após a intervenção.

Quadro 2. Evolução das definições (pré-teste vs. pós-teste).

Conceito	Exemplo de resposta no PRÉ-teste	Exemplo de resposta no PÓS-teste
Exoplaneta	“Não sei, nunca ouvi falar”	“Planeta localizado fora do Sistema Solar”
Estrela	“Estrela emite fogo, planeta não”	“Astro que emite luz própria, com alta temperatura”
Galáxia	“Conjunto de coisas que fica no espaço”	“Conjunto de estrelas, planetas, gases e poeira”
Universo	“Junção de todos os planetas”	“Conjunto de todas as galáxias e tudo o que existe”

Nenhum aluno sabia definir exoplaneta no pré-teste, enquanto todos o definiram corretamente no pós-teste. As definições de estrela, galáxia e universo também evoluíram de respostas vagas ou incorretas para formulações próximas do modelo científico aceito.

Análise qualitativa das falas dos alunos

A análise de conteúdo das respostas subjetivas e dos registros de observação permitiu a identificação de três categorias emergentes, apresentadas no Quadro 3 com exemplos de falas e suas respectivas frequências.

Quadro 3. Categorias de percepção dos alunos sobre a metodologia.

Categoria	Exemplos de falas	Frequência (N=9)
Estranhamento inicial	“Achei difícil no começo porque o professor perguntava demais.” (Aluno R)	9 (100%)
	“No início minha mente ficava perturbada buscando solução.” (Aluno Y)	
Descoberta/Protagonismo	“A gente pensa e descobre sozinho com a ajuda do professor.” (Aluno X)	7 (78%)
	“Gostei porque a gente tinha que pensar, não só copiar.” (Aluno W)	
	“Então é por isso que só vemos o arco-íris quando tem chuva e sol.” (Aluno Z)	
Motivação/Interesse	“Gostei de aprender sobre o espaço e descobrir que as estrelas morrem.” (Aluno Y)	6 (67%)
	“Agora a Teoria do Big Bang fez sentido para mim.” (Aluno R)	
	“Gostaria de conhecer o Museu do Eclipse em Sobral.” (Aluno X)	

O estranhamento inicial foi unânime (100% dos alunos), mas gradualmente deu lugar a relatos de descoberta e autonomia (78%). A motivação foi associada aos temas de Astronomia (67%). Nenhum dos alunos havia estudado Astronomia nas aulas regulares antes da intervenção.

Discussão

Os resultados apresentados indicam que a Sequência Fedathi (SF) contribuiu positivamente

para a aprendizagem de conceitos de Espectroscopia e Astronomia por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Esta seção discute esses achados à luz da literatura da área.

Comparação com pesquisas anteriores sobre a Sequência Fedathi

A evolução observada nas definições dos alunos sobre exoplaneta, galáxia e universo (Quadro 2) sugere que a SF favoreceu a ancoragem de novos conhecimentos a subsunçores pré-existentes, condição central para a ocorrência de aprendizagem significativa, conforme Ausubel (2003).

Este achado alinha-se a pesquisas anteriores. Soares e Nobre (2017), ao aplicar a SF no ensino de Física para o Ensino Médio, também identificaram indícios de aprendizagem significativa, especialmente quando os alunos eram desafiados a resolver problemas sem respostas prontas. Souza (2013) destacou que a SF apresenta um modelo de ensino que inclui a investigação científica como uma das etapas na elaboração do conhecimento.

No entanto, nosso estudo avança ao demonstrar esse potencial no Ensino Fundamental, faixa etária (13-14 anos) ainda pouco contemplada nas investigações sobre a SF, que se concentram majoritariamente no Ensino Médio ou na Matemática (SOUZA, 2013; BORGES NETO, 2018).

O papel da etapa de Maturação na superação do estranhamento inicial

A etapa de Maturação mostrou-se crucial. Foi nesse momento que os alunos, inicialmente incomodados com a ausência de respostas imediatas (“o professor perguntava demais”), começaram a formular hipóteses próprias. Esse desconforto inicial, identificado em 100% dos alunos (Quadro 3), é previsto na literatura sobre metodologias ativas. Finkel (1999) argumenta que ensinar “com a boca fechada” exige do aluno um esforço cognitivo maior, mas resulta em aprendizagem mais duradoura.

Nossos dados indicam que, superado o estranhamento, os alunos passaram a valorizar a autonomia (“a gente pensa e descobre sozinho”), corroborando o que Pelizzari et al. (2002, p. 41)

afirmam: “a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com o seu conhecimento prévio”.

A Astronomia como tema motivador

Os resultados corroboram amplamente o que Langhi (2014) e Leite (2006) já haviam demonstrado: a Astronomia desperta curiosidade e interesse em estudantes da Educação Básica. No pré-teste, nenhum dos nove alunos relatou ter estudado temas astronômicos em aulas de Ciências ou Física. Essa ausência de contato prévio não é um fenômeno local. Leite (2006, p. 1) já apontava que os professores pouco sabem sobre conceitos astronômicos, o que se reflete na formação dos alunos.

No pós-teste, todos os alunos mencionaram ter gostado da abordagem, e falas como “agora a Teoria do Big Bang fez sentido para mim” evidenciam que o tema não apenas motivou, mas também facilitou a compreensão de conceitos abstratos. A combinação de experimentos de baixo custo (célula artificial, espectroscópio caseiro), simulações virtuais (PhET Colorado) e a mediação da SF parece ter garantido a estrutura necessária para que a motivação se convertesse em aprendizagem.

A dificuldade com a matemática: um desafio persistente

Um achado que merece destaque é a diferença entre o desempenho na relação cor-temperatura (33% → 100%) e na Lei de Wien com cálculo (22% → 67%). Enquanto todos os alunos compreenderam que estrelas mais quentes tendem ao azul e mais frias ao vermelho, um terço ainda não conseguiu aplicar a fórmula matemática para estimar a temperatura.

Esse resultado não é surpreendente. Estudos na área de Ensino de Física, como os de Moreira (2011) e Tavares (2010), apontam que a aprendizagem mecânica de fórmulas matemáticas muitas vezes mascara a ausência de compreensão conceitual. Em nosso caso, o inverso também ocorreu: os

alunos compreenderam o conceito, mas não conseguiram operacionalizá-lo matematicamente.

Uma possível explicação é que a etapa de Prova da SF, na qual o professor formaliza o conhecimento, pode ter sido insuficiente para consolidar o raciocínio quantitativo. Conforme Souza (2013), na Prova o professor sistematiza o problema levantado e chega ao contexto formal. Futuras aplicações da sequência didática poderiam incluir atividades específicas de modelagem matemática antes da formalização.

Síntese das contribuições da pesquisa

Comparando nossos resultados com a literatura anterior, destacam-se três contribuições originais deste estudo:

- Aplicação da SF no Ensino Fundamental: enquanto a maioria dos estudos concentra-se no Ensino Médio (SOARES; NOBRE, 2017) ou na Matemática (SOUZA, 2013), este estudo demonstra a viabilidade da SF com alunos de 13-14 anos em conteúdos de Física Moderna.
- Uso da Astronomia como tema motivador integrado à SF: a combinação da SF com a Astronomia mostrou-se eficaz para superar o estranhamento inicial e promover engajamento, aspecto ainda pouco explorado nas pesquisas sobre a SF.
- Identificação da persistência de dificuldades matemáticas: este estudo aponta uma limitação concreta da SF em conteúdos que envolvem cálculos, sugerindo a necessidade de complementação na etapa de Prova.

Considerações Finais

A análise dos dados coletados permite afirmar que os resultados sugerem que a Sequência Fedathi contribuiu para a aprendizagem de conceitos de Espectroscopia aplicada à Astronomia por

estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. As principais contribuições identificadas foram:

Ancoragem de novos conceitos: os alunos evoluíram de respostas vagas ou “não sei” para definições próximas do modelo científico em tópicos como exoplanetas, galáxias, radiação infravermelha e relação cor-temperatura, indicando indícios de aprendizagem significativa.

Superação do estranhamento inicial: embora a metodologia investigativa tenha gerado desconforto no início (100% dos alunos), a maioria (78%) passou a valorizar a autonomia e o protagonismo proporcionados pela SF.

Motivação e engajamento: os temas de Astronomia despertaram interesse genuíno em 67% dos alunos, como evidenciado pelas falas sobre evolução estelar e Big Bang.

Desafio persistente: a dificuldade com cálculos (Lei de Wien) mostrou que a articulação entre conceito e matemática continua sendo um ponto a ser aprimorado.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se o reduzido número de participantes (nove alunos) e a ausência de um grupo controle. Os resultados não pretendem ser generalizados para todos os contextos educacionais, mas oferecem evidências relevantes sobre a aplicabilidade da metodologia em turmas do Ensino Fundamental.

Sugere-se que futuras investigações: (a) ampliem o número de participantes e incluam grupos de comparação; (b) acompanhem a retenção dos conceitos em médio e longo prazo; (c) explorem a adaptação da etapa de Prova da SF para conteúdos que envolvem matemática mais elaborada; (d) apliquem a Sequência Fedathi em outros conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental.

Referências

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Educational psychology: a cognitive view. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES NETO, H. Uma proposta lógico-dedutiva-constructiva para o ensino de matemática. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

BORGES NETO, H. (Org.). Sequência Fedathi: fundamentos. Curitiba: CRV, 2018.

BORGES NETO, H. Sequência Fedathi: fundamentos e aplicações. Curitiba: CRV, 2020.

FINKEL, D. Teaching with your mouth shut. Portsmouth: Boynton/Cook Publishers, 1999.

LANGHI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 3, p. 41-59, 2014.

LEITE, C. Formação do professor de ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade. 2006. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

SOARES, T. A.; NOBRE, F. A. S. A contribuição da Sequência de ensino Fedathi no processo de ensino aprendizagem em física. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 1, n. 2, p. 45-62, 2017.

SOUSA, F. E. E. A pergunta como estratégia de mediação didática no ensino de matemática por

meio da Sequência Fedathi. 2015. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SOUZA, M. J. A. Sequência Fedathi: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e matemática. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *Brazilian Journal of Computers in Education*, v. 18, n. 2, p. 4-16, 2010.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1998.