

Influência do contexto educacional no ensino de astronomia

Influence of the educational context on teaching astronomy

Douglas SCHWARZ¹

Marcos Rincon VOELZKE²

Josué Antunes de MACÊDO³

Resumo

Este trabalho discute uma pesquisa que procurou verificar se estratégias como oficinas de Astronomia e o uso das tecnologias digitais são suficientes para despertar o interesse dos alunos. O referencial teórico baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A metodologia de investigação foi a análise e triangulação dos dados, com ênfase nos métodos mistos. No grupo experimental as intervenções foram implementadas por meio de oficinas de Astronomia, observações telescópicas e as tecnologias digitais. No grupo controle aulas convencionais. Foi possível concluir que, para alcançar uma Aprendizagem Significativa, uma das possibilidades é que o aluno se disponha a aprender.

Palavras-chave: Estratégias de Ensino. Astronomia. Aprendizagem Significativa

Abstract

This paper discusses a research in which it tried to verify if strategies such as Astronomy workshops and the use of digital technologies are sufficient to arouse students' interest. The theoretical framework was based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning. The research methodology was data analysis and triangulation, with an emphasis on mixed methods. In the experimental group, interventions were implemented through Astronomy workshops, telescopic observations and digital technologies. In the group, control conventional classes. It was possible to conclude that, in order to achieve Meaningful Learning, one of the possibilities is that the student is willing to learn.

Key-words: Teaching Strategies. Astronomy. Meaningful Learning

-
- 1 Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul). Professor da Rede Estadual de Educação do Estado de São Paulo. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1105586544246636>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2227-083X>. E-mail: schwarz@prof.educacao.sp.gov.br.
 - 2 Doutor em Ciências Naturais - Especialização em Astrofísica pelo Astronomisches Institut der Ruhr Universität Bochum, Alemanha. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0353944603330456>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7423-7498>. E-mail: mrvoelzke@hotmail.com.
 - 3 Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul). Professor do IFNMG – Campus Januária e do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) Unimontes. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7632858444903409>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7737-7509>. E-mail: josueama@gmail.com.

1. Introdução

No ano de 2012, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEESP) elaborou uma nova proposta curricular para o ensino das escolas públicas, tanto no Ensino Fundamental (EF), como do Ensino Médio (EM). No Ensino Fundamental, o currículo de Ciências Físicas e Biológicas (CFB) foi dividido em quatro eixos temáticos a serem ministrados nos quatro anos dos Anos Finais⁴, sendo eles: a) Vida e ambiente; b) Ciência e tecnologia; c) Ser humano e saúde; d) Terra e Universo. Nesse último eixo temático, tópicos astronômicos foram introduzidos em todos os anos dos Anos Finais do Ensino Fundamental (SÃO PAULO, 2012).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já estabeleciam que tanto a Astronomia, quanto os conhecimentos tecnológicos, deviam fazer parte do planejamento realizado pelo professor (BRASIL, 1999).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), que está em fase de implantação, contempla a temática Astronomia desde o primeiro ano do Ensino Fundamental. Esse documento enfatiza que:

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes (BRASIL, 2018, p. 328).

Já o Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2020), que está sendo concebido baseando-se na BNCC, possui uma unidade temática denominada Terra e Universo, no qual estão associadas à compreensão do sistema Terra, Sol, Lua e de suas características, assim como as de outros corpos celestes, envolvendo a construção de descrições e explicações sobre suas dimensões, composição, localização e movimentos e forças que atuam entre e sobre eles. Essa proposta incentiva a observação do céu como ponto de partida para o ensino de Astronomia, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Sendo assim, torna-se importante realizar um estudo acerca do ensino de Astronomia no Ensino Fundamental, pois, mesmo com a inclusão de tópicos

4 No Estado de São Paulo, a Educação Básica é dividida em Educação Infantil, Ensino fundamental e Ensino Médio. O Ensino Fundamental de nove anos, por sua vez é subdividido em Anos Iniciais (1º ao 5º ano) e Anos Finais (6º ao 9º ano).

astronômicos no currículo das escolas públicas, percebe-se ainda que embora ela desperte curiosidade para o ser humano, ela ainda é pouco conhecida e pouco compreendida.

Exemplo disso, recentemente, foi vinculado no noticiário de uma famosa rede de televisão, um eclipse lunar. Ao explicar esse fenômeno, o jornalista afirmou que a Lua ficaria vermelha devido à sua aproximação com o planeta Marte e a estrela Espiga, o que revela uma total falta de conhecimento básico de Astronomia por parte até de profissionais da comunicação⁵.

O presente trabalho foi realizado na Escola Estadual Monsenhor Dr. Arthur Ricci, localizada no município de Itupeva, em São Paulo, junto à duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências Físicas e Biológicas, com alunos na faixa etária de quatorze anos. Nomeou-se para este estudo, a Turma C (grupo experimental) com 31 alunos e a Turma D (grupo controle) com 33 alunos.

Procurou-se responder à seguinte questão de pesquisa: Estratégias como oficinas de Astronomia e o uso das tecnologias digitais são suficientes para despertar em alunos indisciplinados, desmotivados e apáticos, o interesse pelo processo de ensino e aprendizagem?

Para responder à essa indagação, foi aplicado o mesmo questionário para as duas turmas, para verificar o conhecimento que os alunos têm sobre conceitos astronômicos trabalhados nos anos anteriores.

Após a análise do primeiro teste aplicado, tiveram início as intervenções, que no grupo controle foram ministradas por meio de aulas expositivas dialogadas convencionais, sem recursos adicionais. Já no grupo experimental, as intervenções foram ministradas por métodos e recursos diferenciados, ou seja, usando as Oficinas de Astronomia, bem como, as tecnologias digitais. Estes recursos formaram o conjunto de Materiais Potencialmente Significativos, segundo o referencial teórico adotado na Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que será discutida ao longo deste trabalho.

Após um período de quatro meses sem fazer referências à temas astronômicos, foi aplicado um questionário pós-intervenção para verificar a aprendizagem de cada turma.

Nesse sentido, os objetivos do presente trabalho são: (a) verificar o conhecimento prévio dos alunos do nono ano do Ensino Fundamental sobre conceitos referentes à Astronomia, por meio de um questionário; e (b) aplicar ao grupo experimental estratégias diferenciadas, em conformidade com a Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual, essas estratégias assumem o papel de Materiais Potencialmente Significativos e, comparar com os resultados obtidos, concomitantemente, ao

5 Reportagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rXltQlOggUU>. Acesso em 15 jun. 2019.

ministrar aulas convencionais ao grupo controle, porém com os mesmos conteúdos adotados no grupo experimental.

Percebe-se uma grande lacuna por parte dos alunos, e até de professores de qualquer área e nível que lecionam, no que se refere a conceitos astronômicos (ALBRECHT; VOELZKE, 2010). A Astronomia é uma Ciência que desperta curiosidade nas crianças e nos jovens, levando-os às reflexões e questionamentos. Segundo Nogueira (2009a):

O estudo da astronomia é sempre um começo para retomarmos ao caminho da exploração. E é por meio da educação, do contínuo exercício da reflexão e curiosidade, natural nos jovens e crianças, que podemos compreender e interagir com essa realidade que nos cerca e adquirir os instrumentos para transformá-la para melhor (NOGUEIRA, 2009a, p.10).

Nogueira (2009b), afirma que a Astronomia é uma Ciência que deu origem a Astronáutica. Esta por sua vez levou a humanidade a desenvolver novas tecnologias e garantiu muitos dos avanços astronômicos alcançados nos últimos anos.

De acordo com Caniato (1993), a Astronomia é a Ciência mais antiga, pois há registros astronômicos que datam de 7000 anos atrás, o que nos faz perceber que muitos dos povos antigos usavam as fases da Lua para criar seus primeiros calendários.

Caniato (1993), explica ainda que existe uma relação entre Astronomia e pensamento humano, um exemplo disso foram as descobertas de Galileu realizadas com sua pequena luneta, revolucionando a cosmologia, e assim posicionando melhor o homem no Universo.

O Ensino Fundamental acontece no período diurno, dificultando o acesso de alunos às observações noturnas. Pode-se contornar isso, sabendo-se que o Sol é um objeto astronômico, que segundo Nicolini (1991), torna-se fácil observá-lo, desde que seguindo as técnicas convenientes.

Ao utilizar recursos tecnológicos em tópicos de Astronomia, inseridos no Ensino Fundamental, proporciona-se uma oportunidade para que alunos possam vivenciar experiências em suas atividades educacionais.

2. Referencial Teórico

A escolha do referencial teórico adotado para essa pesquisa, não se deu de forma aleatória. Buscou-se uma linha teórica que fosse direcionada unicamente para o ambiente de sala de aula. Sendo assim, o referencial adotado foi a Teoria

da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por D. P. Ausubel, teoria essa que, pensada especificamente para o ambiente de sala de aula, diferencia-se das demais que são tiradas de um contexto social mais amplo e adaptadas ao ambiente escolar.

Aprendizagem significativa sempre é um dos grandes objetivos que está presente em um processo de ensino e aprendizagem. A classificação e caracterização dessa aprendizagem em geral está relacionada com a mudança ou evolução da estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a aprendizagem cognitiva (BUCHWEITZ, 2001, p. 134).

O que caracteriza a Teoria da Aprendizagem Significativa é o fato de uma nova informação interagir com uma informação já existente, na estrutura cognitiva do indivíduo. Essa interação se dá de forma não literal, ou seja, não ao pé da letra e não arbitrária, significando que, a nova informação se liga a um conhecimento prévio específico. Portanto, percebe-se que, não se atinge uma Aprendizagem Significativa sem o conhecimento prévio que o aluno tem do assunto a ser desenvolvido. Esse conhecimento prévio é o que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) chama de subsunçor.

A aprendizagem só se dá de forma significativa quando o professor utiliza o conhecimento prévio do aluno, ou seja, o subsunçor. Porém, o que fazer quando o aluno não apresenta subsunçores? Nesse caso, deve-se utilizar de estratégias que tenham a finalidade de fornecer informações gerais sobre o assunto, de forma que certos conceitos sejam incorporados à estrutura cognitiva do aluno desempenhando assim o papel de subsunçores.

Essas estratégias são chamadas de organizadores prévios, podendo ser, a leitura de um texto, uma música, um filme que forneçam conceitos amplos e com uma inclusividade maior, tendo como função servir de ponte entre o conhecimento que o aluno já possui e o novo conhecimento. Porém, há outra finalidade que é a de fazer com que o aluno enxergue a relação entre o que ele sabe com o que irá aprender, pois muitas vezes ele não percebe essa relação.

Uma vez utilizado o conhecimento prévio do aluno, esse conhecimento deve se relacionar com a nova informação. Contudo, para que possa atingir uma aprendizagem realmente significativa, o material deve ser considerado potencialmente significativo, ou seja, ser relacionável de forma não-literal (não sendo ao pé da letra), e não-arbitrária, ligando-se a um subsunçor específico. Caso contrário, se o aluno se dispôr em absorver esse material potencialmente significativo de maneira arbitrária e literal, será produzida uma aprendizagem mecânica e não significativa.

2.1 Tipos de Aprendizagens

Existem três tipos de aprendizagens significativas, são elas:

- a. aprendizagem representacional, na qual o indivíduo relaciona o símbolo a um objeto;
- b. aprendizagem de conceito, na qual o indivíduo é capaz de relacionar o símbolo não a um objeto, mas, a uma infinidade de objetos, pois compreendeu uma regularidade nessa relação, uma vez que conceito envolve regularidade em eventos, trata-se de uma aprendizagem representacional mais elaborada;
- c. aprendizagem proposicional, não se trata de aprender significado de conceitos em uma proposição, mas sim, de aprender o significado por traz da soma de palavras ou conceitos numa proposição.

2.2 Formas de Aprendizagens Significativas

As formas de Aprendizagens Significativas especificam as relações entre os subsunçores e o novo conhecimento, assim como, as relações entre as duas formas de conhecimento, de maneira que ambas sofrerão modificações.

Durante o processo da aprendizagem significativa, a nova informação não estabelece uma espécie de elo com os elementos preexistentes da estrutura cognitiva, ao contrário, esses elos só ocorrem na aprendizagem automática. Na aprendizagem significativa, há uma mudança tanto na nova informação como nos subsunçores com a qual o novo conhecimento estabelece relação, sendo que o resultado dessa interação é a assimilação (PIVATTO; SCHUHMACHER, 2013, p. 200-201).

Essas relações estabelecem três formas de Aprendizagem Significativa, são elas:

- a) aprendizagem subordinada, b) aprendizagem superordenada e, c) aprendizagem combinatória.

Aprendizagem subordinada é a forma mais comum e acontece quando uma informação nova é ancorada de forma subordinada, ou seja, do mais geral para o mais inclusivo:

Aprendizagem significativa é dita subordinada quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo

de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2013, p. 17).

A segunda forma de aprendizagem significativa é a *superordenada*, na qual, um conceito mais geral e inclusivo é obtido por meio da dedução de conceitos mais específicos.

Suponhamos agora que o aprendiz não tivesse uma ideia mais ampla, ou o conceito, de escola e fosse aprendendo de modo significativo o que é uma escola pública, uma escola aberta, uma escola confessional, uma escola militar, etc., ela ou ele poderia começar a fazer ligações entre diferentes tipos de escola, buscando semelhanças e diferenças e chegar, por meio de um raciocínio indutivo, ao conceito de escola. Esta seria uma aprendizagem superordenada (MOREIRA, 2013, p. 18).

A terceira forma de aprendizagem significativa é a *combinatória*, que acontece quando o novo conceito é obtido por meio da interação entre os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

2.3 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

Ao realizar a aprendizagem significativa por meio da subordinação, ou seja, por meio da ancoragem de um novo conceito ao já existente, isso ocorrendo várias vezes, leva a uma modificação do subsunçor, conseqüentemente a uma diferenciação progressiva desse subsunçor.

Diferenciação progressiva: como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunçor à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético (MOREIRA, 2013, 74).

Já na aprendizagem superordenada e na combinatória os conceitos já estabelecidos podem se relacionar na medida em que as informações vão chegando ao indivíduo, ou seja, ocorre uma reorganização dos subsunçores gerando a reconciliação integrativa.

3. Caminho Metodológico

3.1 Da Escolha das Turmas

Para o desenvolvimento do trabalho, foram escolhidas duas classes do nono ano do Ensino Fundamental. Essa escolha não se deu de forma aleatória, mas por meio de critério pré-estabelecido, que foi principalmente o índice de rendimento, ou seja, quantidade geral de notas abaixo do satisfatório, que para a Secretaria Estadual de Educação de São Paulo corresponde à nota 5,0. Na época da pesquisa, a escola contava com quatro turmas do nono ano do Ensino Fundamental. Foram escolhidas as turmas com a melhor média geral de notas e a turma com a pior média, em relação ao primeiro bimestre do ano letivo.

Essa escolha, se deve pelo fato de os pesquisadores não conhecerem os alunos, uma vez que, o autor principal chegou à escola por remoção, no início do ano letivo. Após o levantamento realizado, estabeleceu-se o nono ano C como grupo experimental, no qual, seriam aplicadas as estratégias diferenciadas, e os alunos do nono ano D como grupo controle, no qual, as aulas passariam a ser ministradas de forma convencional, porém com os mesmos tópicos e conteúdos trabalhados no grupo experimental.

Na avaliação do conselho de classe, foi unanimidade que o nono ano C possuía mais alunos com comportamento agressivo e quase o dobro de notas abaixo da média, conseqüentemente era a mais difícil de se trabalhar, quando comparados com os alunos do nono ano D. Ficou assim determinado que caberia ao nono ano C o papel de grupo da pesquisa, na tentativa de despertar o interesse desses alunos pelo estudo, com o uso das estratégias diferenciadas. O Quadro 1 apresenta as principais características de cada uma das duas turmas.

Quadro 1: critérios para seleção dos grupos

TURMA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	RENDIMENTO
9º ano C	Não eram alunos participativos, uso inadequado dos celulares, agressivos, abusavam das conversas paralelas durante a aulas e possuíam autoestima baixa.	72 notas inferiores a 5,0
9º ano D	Alunos participativos, realizavam todas as atividades, perguntavam, sanavam dúvidas e não apresentam agressividade.	37 notas inferiores a 5.0

Fonte: Dados da pesquisa

Alguns alunos da turma C apresentaram comportamento agressivo, forçando o primeiro autor desse trabalho a elaborar um Boletim de Ocorrência (B.O.), por ameaça de agressão física. Essa mesma agressividade levava à prática de *bullying* entre os colegas de sala.

A escolha se justifica pela tentativa de estimular a prática do estudo nesses alunos, ou seja, até que ponto pode-se recuperar a autoestima de um aluno, ou de uma classe, por meio de estratégias diferenciadas, nas quais oportuniza ao aluno uma maior participação no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Etapas da Pesquisa

Após a seleção das turmas, iniciou-se a pesquisa com a aplicação de um questionário de conhecimento prévio (fase 1), contendo 21 questões referentes à Astronomia. Os temas contidos no questionário já foram ou deveriam ter sido tratados e apropriados pelos alunos nos anos anteriores.

Para análises das questões foram usados o Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão (MOURÃO, 1995) e o livro didático adotado pela escola Ciências: Atitude e Conhecimento (FIGUEIREDO; CONDEIXA, 2010).

As intervenções ocorreram após a aplicação do questionário, utilizando variados recursos e estratégias diferenciadas com o grupo experimental e aulas expositivas (convencionais) com o grupo controle.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem significativa é mais duradoura, uma vez que na memorização da aprendizagem mecânica, as informações não interagem com o conhecimento prévio e não se ancoram. Nesse sentido, finalizadas as intervenções, esperou-se passar um período de quatro meses, nos quais, não foram abordados assuntos relativos à Astronomia. Período esse considerado necessário para verificar se a aprendizagem foi significativa ou mecânica.

Após esse período, foi aplicado o mesmo questionário aplicado anteriormente, (fase 2), aproveitando a realização do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), com a finalidade de aproveitar o número máximo de participantes, com o objetivo de verificar o nível de conhecimento obtido após as intervenções. Por fim, tem-se a análise dos dados e as conclusões, que serão apresentadas posteriormente.

3.3. Dos Recursos e Estratégias Utilizadas

Os recursos e estratégias, contidas no Quadro 2, foram utilizadas nas intervenções aplicadas ao grupo experimental. Foram estabelecidas de forma a contemplar todos os equipamentos disponíveis, não só da escola, como também,

do próprio professor e primeiro autor desse trabalho, disponibilizando aparelhos do grupo de Astronomia amadora da cidade de Jundiá, Associação Jundiense de Astrônomos Amadores (AJAA), aproximando, assim, a Astronomia amadora da escola pública.

Quadro 2: Recursos e estratégias aplicadas ao grupo experimental

Estratégias	Recursos
<p>Observação solar (método da projeção).</p> <p>Observação noturna (Júpiter, Saturno, Vênus, Albireo, nebulosa de Orion).</p>	<p>Telescópio skywatcher refrator 120 mm f/5.</p>
<p>Oficina de Astronomia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construção e lançamento de foguetes de água e ar. • Construção de maquete sobre equinócios e solstícios. • Construção de relógio solar. • Modelo em escala de distância planetária. • Construção em escala de tamanho e distância do sistema Terra-Lua. • Construção de um modelo mostrando as quatro principais fases da Lua em uma caixa de sapato. • Construção de um espectroscópio. • Construção da câmara escura.
<p>Tecnologias digitais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stellarium • Virtual Moon Atlas • Cmaptools • Youtube • Facebook • E-mail • Power Point • Spinlight

Fonte: Dados da pesquisa

As estratégias desenvolvidas com o grupo experimental tiveram intuito de conciliar as aulas (intervenções) fundamentada metodologicamente pela Teoria da Aprendizagem Significativa formulada por Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Porém não foram negligenciados os materiais didáticos fornecidos pelo governo, ou seja, os livros contidos na biblioteca da escola, são eles: Astronomia (NOGUEIRA, 2009a), Astronáutica (NOGUEIRA, 2009b) e Mudanças Climáticas (OLIVEIRA; SILVA; HENRIQUES, 2009).

Aplicou-se um questionário de conhecimento prévio, com o objetivo de verificar o que o aluno já conhecia a respeito dos assuntos a serem tratados, visto que, o ponto central da teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), é aproveitar o conhecimento prévio do aluno sobre o tema a ser desenvolvido (subsunçores), a partir do qual serão produzidas a ancoragem de novos conhecimentos, assim como, fazer escolha e uso de materiais potencialmente significativos.

No Quadro 3 consta os recursos e estratégias, que foram utilizadas nas intervenções aplicadas ao grupo controle. Foram planejadas pensando ser esses os únicos recursos disponíveis na maioria das escolas públicas brasileiras.

Quadro 3: Recursos e estratégias aplicadas ao grupo controle

Estratégia	Recursos
Aula expositiva dialogada	Livro didático, caderno, giz colorido, trabalhos em cartolina

Fonte: Dados da pesquisa

3.4 Metodologia de Investigação

A pesquisa realizada teve uma abordagem mista, com um delineamento quase-experimental. De acordo com Creswell (2007), nessa modalidade, os participantes são convenientemente selecionados e o pesquisador verifica se um tratamento específico pode influenciar no resultado.

Na pesquisa relatada nesse artigo, foram definidos dois grupos, sendo um grupo experimental, no qual foram aplicadas as estratégias diferenciadas e um grupo controle, com aulas convencionais do tipo expositiva dialogada. Essa escolha se baseia, entre outras razões, na necessidade de se reunir dados qualitativos e quantitativos no presente estudo, assim, responder adequadamente à questão de pesquisa, utilizando-se dos dados qualitativos e quantitativos.

Nesse sentido, optou-se por fazer uma triangulação dos dados, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013), essa perspectiva permite realizar a convergência dos métodos qualitativos e quantitativos por meio de diferentes estratégias, permitindo assim compensar as fragilidades dessas abordagens.

Com o objetivo de verificar a eficiência das metodologias adotadas, foi utilizado o teste *t* de *Student*, trata-se de um teste de hipótese que utiliza conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula (TRIOLA, 2017).

Triola (2017, p. 171), afirma que “em Estatística, uma hipótese é uma alegação, ou afirmação, sobre uma propriedade de uma população”. Nos testes de hipóteses deve-se estabelecer as hipóteses nula e alternativa, que são duas declarações mutuamente exclusivas sobre uma população. Procura-se utilizar os dados amostrais para determinar se deve rejeitar ou não a hipótese nula.

A Hipótese nula, denotada por (H_0), afirma que um parâmetro da população (como a média, o desvio padrão, e assim por diante) é igual a um valor hipotético e deve conter o sinal de igualdade (TRIOLA, 2017).

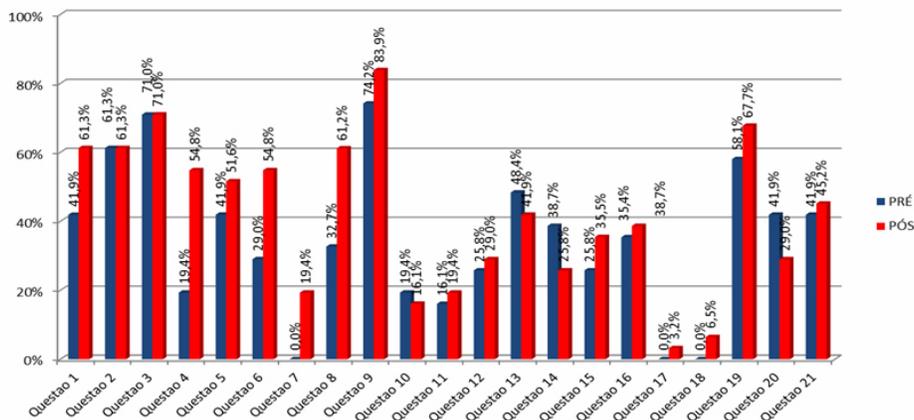
Já a Hipótese Alternativa, que por sua vez é denotada por (H_1), afirma que um parâmetro da população é menor, maior ou diferente do valor hipotético na hipótese nula. Nesse sentido, a hipótese alternativa deve conter um dos três sinais: (TRIOLA, 2017).

4. Análise dos dados e discussões

4.1 Visão Geral do Rendimento por Questão

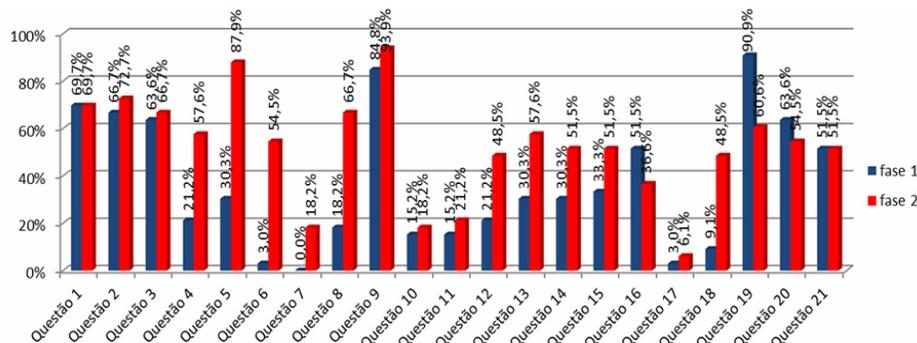
Os gráficos apresentados visam fornecer uma visão geral do aproveitamento das turmas em função das estratégias utilizadas. Ao analisar a turma C (Figura 1), verificou-se que das 21 questões, apenas nove delas obtiveram um índice de acerto acima de 50,0%, ou seja, um aproveitamento de 42,8% na segunda aplicação do questionário. Já a turma D (Figura 2) apresentou quatorze questões com índice de acerto acima dos 50,0%, perfazendo um total de 66,7% de aproveitamento na segunda aplicação.

Figura 1 - Análise geral de acertos por questão da turma C



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 2 - análise geral de acertos por questão da turma D



Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Análise de Acertos por Aluno

Nessa etapa foi realizada uma análise do rendimento por aluno, verificando a quantidade de questões que foram respondidas corretamente tanto pelo grupo experimental (turma C), quanto pelo grupo controle (turma D), cujo número de acertos pode se ver no Quadro 4.

Quadro 4 – Acertos por aluno das turmas C e D

ACERTOS TURMA C				ACERTOS TURMA D			
31 Alunos / 21 questões				33 Alunos / 21 questões			
Aluno	fase	fase	Diferença ⁶	Aluno	fase	fase	Diferença
1	10	17	7	1	8	9	1
2	6	10	4	2	8	7	-1
3	6	9	3	3	6	5	-1
4	4	4	0	4	7	9	2
5	12	16	4	5	7	11	4
6	8	9	1	6	5	14	9
7	6	9	3	7	10	14	4
8	4	6	2	8	9	12	3
9	11	9	-2	9	6	5	-1
10	2	6	4	10	8	12	4
11	7	4	-3	11	8	12	4
12	8	14	6	12	7	4	-3
13	6	4	-2	13	6	7	1
14	5	5	0	14	9	11	2
15	11	11	0	15	8	6	-2
16	7	8	1	16	7	3	-4
17	12	9	-3	17	9	19	10
18	7	16	9	18	10	9	-1
19	13	20	7	19	5	4	-1
20	4	6	2	20	6	12	6
21	8	6	-2	21	10	17	7
22	1	5	4	22	6	10	4
23	7	3	-4	23	6	15	9
24	11	10	-1	24	8	13	5
25	3	7	4	25	9	11	2
26	7	6	-1	26	7	9	2
27	3	6	3	27	7	14	7
28	7	7	0	28	7	13	6

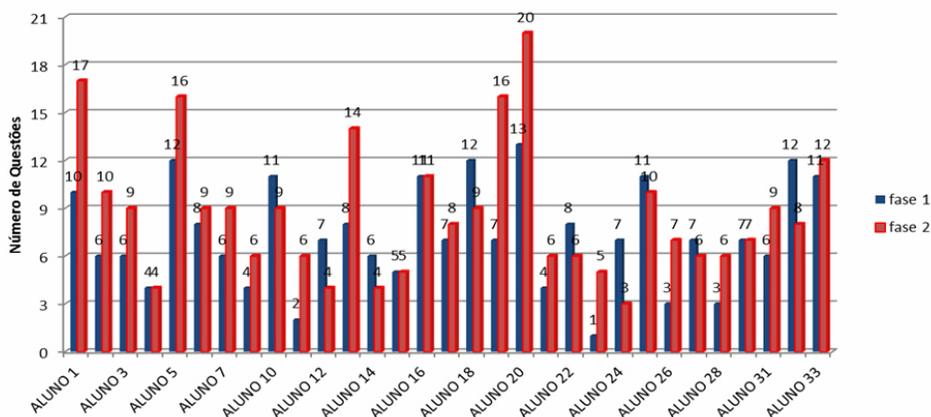
6 Diferença entre o número de acertos da segunda fase e da primeira fase por aluno.

ACERTOS TURMA C				ACERTOS TURMA D			
31 Alunos / 21 questões				33 Alunos / 21 questões			
Aluno	fase	fase	Diferença ⁶	Aluno	fase	fase	Diferença
29	6	9	3	29	8	13	5
30	12	8	-4	30	7	14	7
31	11	12	1	31	13	19	6
				32	5	12	7
				33	11	17	6

Fonte: Dados da pesquisa

Os gráficos das Figura 3 e 4 mostram os índices de acerto de questões por aluno.

Figura 3 - Análise de acertos por aluno da turma C

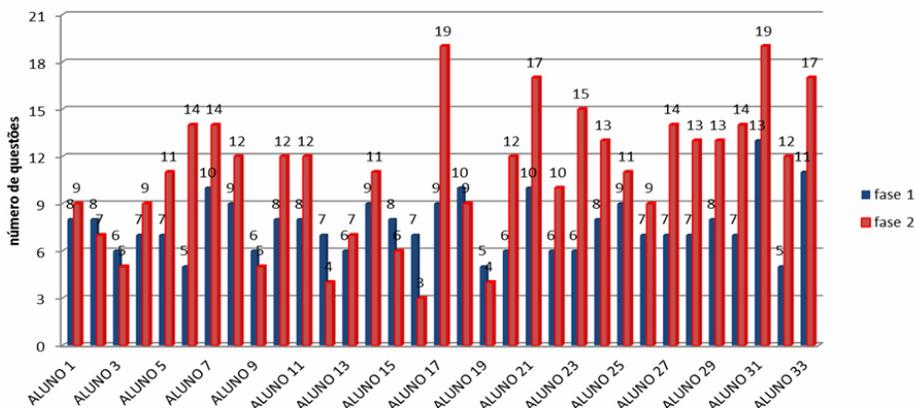


Fonte: Dados da pesquisa

Embora tenham sido utilizados métodos diferenciados com a turma C, grupo experimental, seu aproveitamento foi aquém do esperado, pois, dos 31 alunos, somente 22,6% deles conseguiram acertar mais de 50,0% das questões na segunda aplicação do questionário, contra 25,8% na primeira aplicação e 29,0% deles demonstraram uma queda nos índices de acertos na segunda aplicação.

Analisando o gráfico da Figura 4, fica nítida a evolução com relação ao grupo controle, turma D, na qual as aulas foram ministradas de forma totalmente convencional, ou seja, utilizando livros, giz, lousa, caderno.

Figura 4 - Análise de acertos por aluno da turma D



Fonte: Dados da pesquisa

No gráfico da Figura 4, percebe-se com clareza que dos 33 alunos, 60,6% conseguiu acertar mais de 50,0% das questões na segunda aplicação do questionário, contra 6,1% na primeira aplicação e 24,2% deles demonstraram uma queda nos índices de acertos na segunda aplicação.

4.3 Análise por Turma

Inicialmente será realizada uma análise quantitativa, utilizando o teste *t* de Student (TRIOLA, 2017).

O Quadro 5 apresenta os dados das médias, variância e desvio padrão das turmas C e D, obtidos com os dados apresentados no Quadro 4. A quarta coluna do quadro consta a diferença entre o número de acertos da segunda fase e da primeira fase.

Quadro 5 – Dados estatísticos das Turmas C e D

TURMA C - 31 alunos				TURMA D - 33 alunos			
	fase	fase	Diferença		fase	fase	Diferença
Média	7,2581	8,7419	1,4839	Média	7,6667	10,9697	3,3030
Variância	10,4645	17,5978	11,2581	Variância	3,2917	18,0303	13,5303
Desvio Padrão	3,2349	4,195	3,3553	Desvio Padrão	1,8143	4,24621	3,6783

Fonte: Dados da pesquisa

A variável resposta a ser considerada foi a diferença entre o número de acertos na primeira e segunda fases. Utilizando o teste t unilateral à direita e os dados do Quadro 5, obtém-se, inicialmente para a Turma C (grupo experimental):

$$\text{Hipótese nula } (H_0): \quad D_C = 0$$

$$\text{Hipótese alternativa } (H_a): \quad D_C > 0$$

$$\text{Estatística do teste: } t_C = \frac{\bar{d}}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{1,4839}{\frac{3,3553}{\sqrt{31}}} = 2,462$$

Em que: t_c é o t calculado; \bar{d} : média das diferenças de acertos entre a primeira e segunda fase da Turma C; S: desvio padrão das diferenças de acerto da Turma C; e n: tamanho da amostra da Turma C.

O t tabelado (t_t) com 5,0% de confiança e 30 graus de liberdade (n-1) corresponde a $t_t(30) = 1,697$.

Como $t_c = 2,462 > 1,697 = t_t$, rejeita-se a hipótese nula H_0 , logo há diferença significativa entre o número de acertos antes e depois da intervenção na Turma C (grupo experimental), isto é, as oficinas de Astronomia, observações telescópicas e as tecnologias digitais foram eficientes e promoveram uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Já para a Turma D (grupo controle), utilizando o mesmo teste t unilateral à direita e os dados do Quadro 5, obtém-se:

$$\text{Hipótese nula } (H_0): \quad D_D = 0$$

$$\text{Hipótese alternativa } (H_a): \quad D_D > 0$$

$$\text{Estatística do teste: } t_C = \frac{\bar{d}}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{3,3030}{\frac{3,6783}{\sqrt{33}}} = 5,158$$

Em que: \bar{d} média das diferenças de acertos entre a primeira e segunda fase da Turma D; S: desvio padrão das diferenças de acerto da Turma D; e n: tamanho da amostra da Turma D.

O t tabelado (t_t) com 5,0% de confiança e 32 graus de liberdade (n-1) corresponde a $t_t(32) = 1,694$

Como $t_c = 5,158 > 1,694 = t_t$, rejeita-se a hipótese nula H_0 , logo há diferença significativa entre o número de acerto entre a primeira e segunda fase, isto é, as aulas convencionais também demonstraram ser eficientes para o ensino de Astronomia.

Para comparar qual estratégia foi mais eficiente, faz-se necessário verificar se há diferença estatística significativa entre a primeira e segunda fase nas turmas C e D.

É possível perceber por meio do Quadro 5, que as médias das notas das duas turmas na primeira fase são parecidas, pois enquanto que na Turma C a média de acertos foi 7,2581, na Turma D foi 7,6667. No entanto o desvio padrão da Turma C na primeira fase foi de 3,2349, enquanto que na Turma D demonstrou ser mais homogênea, pois seu desvio padrão foi de 1,8143, portanto menor.

Neste caso, será utilizado o teste t bilateral. Com os dados do Quadro 5, obtém-se:

Hipótese nula (H_0): $\mu_C = \mu_D$ (as médias são iguais)

Hipótese alternativa (H_a): $\mu_C \neq \mu_D$, (as médias são diferentes)

Estatística do teste: $t_c = \frac{m_D - m_C}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_C} + \frac{1}{n_D} \right)}}$ em que $S^2 = \frac{(n_C - 1)S_C^2 + (n_D - 1)S_D^2}{n_C + n_D - 2}$

$$S_C^2 = 10,4645 \text{ e } S_D^2 = 3,2917$$

Em que: m_C : média das notas da turma C na primeira fase; m_D : média das notas da turma D na primeira fase; S^2 variância das duas turmas na primeira fase; n_C : número de alunos da turma C; n_D : número de alunos da turma D; S_C^2 : variância da turma C na primeira fase e S_D^2 : variância da turma D na primeira fase.

Calculando a variância (S^2), obtém-se:

$$S^2 = \frac{(31 - 1) \cdot 10,4645 + (33 - 1) \cdot 3,2917}{31 + 33 - 2} = 6,7624$$

Portanto a estatística do teste fornece para o t calculado (t_c):

$$t_c = \frac{7,6667 - 7,2581}{\sqrt{6,7624 \cdot \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{33} \right)}} = \frac{0,4086}{0,6504} = 0,628$$

O t tabelado com 5,0% de confiança e $(31+33-2) = 62$ graus de liberdade corresponde a $t_t(62) = 1,999$.

Como $t_c = 0,628 < 1,999 = t_p$, não se pode rejeitar a hipótese nula H_0 . Logo não há diferença estatística significativa entre o número de acerto entre as Turmas C e D na primeira fase.

Este resultado permiti comparar de forma mais eficiente as metodologias aplicadas nas Turmas C e D por meio da diferença entre as notas dos alunos na primeira e segunda fases, visto que o teste t de Student não apontou diferença estatística nas notas dos alunos na primeira fase.

A próxima etapa é verificar se há diferença estatística significativa entre a metodologia utilizada no Grupo Experimental e no Grupo Controle. Nesse caso será adotado como variável resposta a diferença entre o número de acerto dos alunos na primeira e segunda fase nas turmas C e D.

Utilizando novamente o teste t bilateral e os dados do Quadro 5, obtém-se:

Hipótese nula (H_0): $D_C = D_D$ (Não há diferença entre as notas)

Hipótese alternativa (H_a): $D_C \neq D_D$ (Há diferença entre as notas)

Estatística do teste: $t_c = \frac{D_D - D_C}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_C} + \frac{1}{n_D} \right)}}$; em que $S^2 = \frac{(n_C - 1)S_{DC}^2 + (n_D - 1)S_{DD}^2}{n_C + n_D - 2}$;

$$S_{DC}^2 = 11,2581 \text{ e } S_{DD}^2 = 13,5303$$

Em que; D_C : média das diferenças das notas da turma C entre as duas fases; D_D : média das diferenças das notas da turma D entre as duas fases; S^2 : variância das diferenças das notas entre as duas turmas entre as duas fases; n_C : número de alunos da turma C; n_D : número de alunos da turma D; S_{DC}^2 : variância das diferenças das notas da turma C entre as duas fases e S_{DD}^2 : variância das diferenças das notas da turma D entre as duas fases.

Pode-se dessa forma, calcular a variância (S^2), obtendo-se:

$$S^2 = \frac{(31-1) \cdot 11,2581 + (33-1) \cdot 13,5303}{31+33-2}, \text{ assim } t_c = \frac{3,3030 - 1,4839}{\sqrt{12,4308 \cdot \left(\frac{1}{31} + \frac{1}{33} \right)}} = \frac{1,8191}{0,8819} = 2,063$$

Como anteriormente, o t tabelado com 5,0% de confiança e 62 graus de liberdade corresponde a $t_{\alpha} (62) = 1,999$.

Como $t_c = 2,063 > 1,999 = t_{\alpha}$, pode-se rejeitar a hipótese nula H_0 . Logo há uma diferença significativa entre as metodologias aplicadas nas Turmas C e D. Neste caso, as aulas convencionais mostraram ser mais eficientes.

Conclui-se, portanto, que tanto as aulas diferenciadas quanto as convencionais contribuíram no processo de ensino e aprendizagem de Astronomia, no entanto a turma D, grupo controle, apresentou uma melhora significativa, relacionada ao ensino da Astronomia, em comparação à turma C, grupo experimental.

Contrariando as expectativas, as estratégias realizadas no grupo experimental não surtiram o efeito esperado. Já no grupo controle, as aulas expositivas dialogadas demonstraram ser mais eficientes na melhoria de uma Aprendizagem Significativa.

5. Considerações finais

Apesar dos temas astronômicos terem sido incorporados ao currículo do ensino de ciências, nas escolas estaduais, desde 2008, por ocasião da nova proposta curricular realizada pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, percebe-se nesta pesquisa que, muitos alunos chegam ao último ano do ensino fundamental apresentando sérias lacunas com relação a conceitos relativos à Astronomia.

Mesmo apoiados num referencial teórico especificamente desenvolvido para o ambiente de sala de aula, a Teoria da Aprendizagem Significativa, e também usando as estratégias diferenciadas, detectou-se que esse esforço não foi suficiente para que fosse alcançada uma Aprendizagem Significativa, junto ao grupo experimental (Turma C), superior ao grupo de controle (Turma D).

Após a análise dos dados apresentados nesta pesquisa, pode-se verificar que, o grupo controle (Turma D), no qual, foram ministradas aulas convencionais, atingiu uma Aprendizagem Significativa superior ao grupo experimental.

Pode-se considerar que os objetivos delineados foram cumpridos, uma vez que:

- Na primeira aplicação do questionário percebeu-se que, ambas as turmas apresentaram lacunas na apropriação de conceitos relacionados à Astronomia, no entanto as médias das notas das duas turmas nesta fase são parecidas, com notas médias 7,2581 e 7,6667 respectivamente.
- Foi possível comparar a eficiência das estratégias aplicadas no grupo experimental e no grupo controle, sendo que ambas são eficientes na melhoria de uma aprendizagem significativa, no entanto as aulas convencionais demonstraram ser mais eficientes;

5.1 Fatores que Influenciaram a Não Aprendizagem Significativa do Grupo experimental

A seguir, apresenta-se uma lista de fatores que podem ter influenciado o grupo experimental a ter um resultado inferior ao grupo controle em relação a Aprendizagem Significativa.

- Na observação astronômica, dos 33 alunos desse grupo, apenas sete compareceram no período noturno para essa atividade.
- O grupo experimental apresentou cinco alunos de comportamento inadequado. Foi necessária a intervenção da supervisora de ensino da escola, a pedido da direção, que interviesse junto a esses alunos, pois os professores e a equipe gestora já tinham esgotado todas as possibilidades de diálogo com esses estudantes.

- Os alunos do grupo experimental e a própria coordenação pedagógica demonstraram não estarem habituados ao trabalho de oficinas, pois esse tipo de atividade requer mudança de postura tanto do corpo discente, como do corpo docente e até mesmo da equipe gestora e pedagógica, uma vez que, altera a rotina no ambiente escolar.

5.2 Fatores que Facilitaram a Aprendizagem Significativa do Grupo Controle

De acordo com o que já foi exposto, fica claro que, no grupo controle, apesar das aulas terem sido abordadas de forma convencional, vinte alunos realizaram uma associação não literal e não arbitrária entre o conhecimento já existente e o novo conhecimento, fornecendo assim, significados aos conceitos novos e alcançando uma Aprendizagem Significativa.

Fatores que favoreceram a Aprendizagem Significativa desse grupo.

- Alunos apresentando um comportamento mais adequado à aprendizagem;
- Comprometimento dos alunos com relação às atividades propostas;
- Esses alunos reivindicaram por inúmeras vezes que o professor, primeiro autor deste trabalho, fizesse uso das mesmas estratégias aplicadas ao grupo experimental.

Assim, em resposta a questão de pesquisa: Estratégias como, oficinas de Astronomia e o uso das tecnologias digitais são suficientes para despertar em alunos indisciplinados, desmotivados e apáticos, o interesse pelo processo de ensino e aprendizagem?

Pode-se dizer que a predisposição do aluno em aprender é indispensável para que ocorra de fato a aprendizagem significativa, e que o sucesso dessa aprendizagem não depende única e exclusivamente do uso das tecnologias digitais ou das oficinas de Astronomia, o que não deve ser entendido como estratégias ineficientes, mas que simplesmente não são suficientes.

O uso das tecnologias digitais deve ser estimulado nas escolas de ensino fundamental e médio, no entanto as aulas expositivas e dialogadas também são eficientes. Outros fatores interferem na melhoria do ensino e aprendizagem, não sendo apenas os recursos pedagógicos responsáveis pela aprendizagem significativa. O aluno deve ter disposição para aprender.

Uma das prováveis razões para o resultado atingido pelo grupo controle ser superior ao grupo experimental, pode estar relacionado ao ambiente em sala de aula, sendo o grupo controle formado por alunos mais receptivos do que os alunos do grupo experimental.

Agradecimentos

Os autores desse trabalho agradecem ao Professor Rafael Lédo Rocha de Oliveira pelas contribuições dadas ao trabalho, principalmente quanto à realização e conferência dos testes de hipóteses.

Referências

ALBRECHT, E.; VOELZKE, M. R. Teaching of Astronomy and scientific literacy. **Journal of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 35-38, 2010.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio Janeiro: Ed. Interamericana Ltda, 1980.

BUCHWEITZ, B. Aprendizagem significativa: ideias de estudantes concluintes de curso superior. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 6, n. 2, pp. 133-141, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999. 364 p.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em 15 jun. 2019.

CANIATO, R. O céu. São Paulo: Editora Ática S.A. 1993. 144 p. (coleção na sala de aula).

FIGUEIREDO, M. T.; CONDEIXA, M. C. G. Ciências: Atitudes e conhecimento. São Paulo: FTD S.A. 2010.

MOREIRA, M. A. **Material de apoio para o curso aprendizagem significativa no ensino superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras**. PUCPR, 2013. 87 p.

MOURÃO, R. R. F. **Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1995. 961 p.

NICOLINI, J. **Manual do astrônomo amador**. Campinas: Papyrus, 1991. 382 p. (Coleção universus; v. 4).

NOGUEIRA, S. Astronomia: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009a. 232 p. (coleção explorando o ensino; v 11).

NOGUEIRA, S. *Astronáutica: ensino fundamental e médio*. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009b. 348 p. (coleção explorando o ensino; v 12).

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, N. F.; HENRIQUES, R. *Mudanças climáticas: ensino fundamental e médio*. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 348 p. (coleção explorando o ensino; v. 13).

PIVATTO, B.; SCHUHMACHER, E. Conceitos de teoria da aprendizagem significativa sob a ótica dos mapas conceituais a partir do ensino de geometria **REVEMAT**. v. 08, n. 2, p. 194-221, 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. 1. ed. atual. São Paulo: SE, 2012. 152 p.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação e União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação de São Paulo. **Currículo Paulista: Educação infantil e ensino fundamental**. São Paulo: SE/UNDIME-SP, 2020. 526 p.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

Recebido em: 31/07/2019

Aceito em: 25/05/2020