

DETERMINANDO AS DISTÂNCIAS ENTRE AS ESTRELAS DO CINTURÃO DO CAÇADOR COM O SOFTWARE *ALADIN*

Melina Silva de Lima ¹; José Vicente Cardoso Santos ².

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados e resume a condução metodológica de situações didáticas com foco no ensino de Astronomia utilizando o software *Aladin*. Esta pesquisa foi realizada com alunos de ensino médio num viés interdisciplinar, uma vez que foi inserida na disciplina de Matemática e foram trabalhados conceitos de distância, notação científica, estrelas, constelações, entre outros. Assim, conceitos de ambas as áreas foram ensinados de modo a propiciar um contexto que, segundo os próprios alunos, despertou a curiosidade e a atenção deles. Acreditamos que os resultados mostrados corroborem a proposta e fomentem professores a trabalharem conjuntamente conceitos de Astronomia em outras disciplinas.

Palavras-chave: *Aladin*, Ensino de Astronomia; Ensino de Matemática; Constelação de Órion.

Introdução

No ensino médio, a denominada grande área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* está dividida em quatro: Física, Química, Biologia e Matemática. Praticamente todas as áreas de conhecimento de Astronomia estão inseridas na área de Física (Dias; Santa Rita, 2007), gerando uma sobrecarga de conteúdos para esta disciplina e os agentes envolvidos diretamente neste processo, isto é, alunos e professores.

Para garantir alguma qualidade no ensino de conceitos de Astronomia, é providencial que outras áreas consigam dialogar, contextualizar e trabalhar de maneira concomitante alguns conceitos específicos.

Ainda no que se refere à qualidade, basear-se nos modelos e teorias de aprendizagem, aplicando tais teorias ao ensino, testando, desenvolvendo, e produzindo são aconselháveis se se quer dar ao ensino de Astronomia chance de se igualar, qualitativamente, ao ensino das demais ciências (LIMA, 2015).

Verificar a existência de conhecimentos prévios nos aprendizes é uma das maneiras de acompanhar a evolução do processo de ensino-aprendizagem, especialmente segundo a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) (MOREIRA, 1999, 2006).

¹ Centro Universitário SENAI/CIMATEC;

² Universidade Estadual de Feira de Santana

Para Ausubel (2003), no que se refere à TAS, os subsunçores são fundamentais. O conhecimento prévio do aluno é essencial para que o professor possa organizar estratégias didáticas potencialmente significativas. Conhecer o que nosso aluno já sabe não é tão simples, mas podemos lançar mão de elementos que podem nos indicar a direção de nossas estratégias instrucionais. O que não podemos é negligenciar aquilo que nosso aluno já conhece. Em sala de aula, a prática do professor deve servir para estabelecer vínculos com tais princípios, a fim de que possamos, concretamente, contribuir para uma desejada aprendizagem significativa por parte de nossos alunos (MACHADO, 2006).

Este artigo descreve algumas etapas de elaboração e aplicação da atividade denominada *Determinado Distâncias entre as Estrelas do Cinturão do Caçador*, aplicada aos alunos do ensino médio de uma escola pública modelo, situada no IAT (Instituto Anísio Teixeira), em Salvador (BA). Nesta pesquisa buscamos responder a questão: É possível o uso do software *Aladin*³ para promover a aprendizagem de conceitos de Astronomia num contexto interdisciplinar?

Com esta atividade os alunos puderam: Manipular imagens de objetos celestes no *software Aladin*; Conhecer alguns conceitos referentes a alguns objetos celestes; Obter distâncias de objetos astronômicos e calcular a distância entre eles; Conhecer as estrelas da constelação de Órion e suas características; Estudar conceitos astronômicos, tais como magnitude, cor e diagrama HR.

Os estudantes aprenderam o conceito de constelação, distância dos objetos, um pouco da história da Astronomia e seus principais estudiosos (todos dentro de uma abordagem contextual aos assuntos tratados), sistemas de coordenadas, bem como algumas estrelas da constelação de Órion, que foi o foco conceitual da atividade. Os alunos também aprenderam como podem ser obtidos dados astronômicos especificando critérios de entrada, como por exemplo, o nome dos objetos e/ou suas coordenadas, nesse caso com o uso do SIMBAD, que é uma ferramenta para a obtenção de dados astronômicos mantido pelo CDS, na França. Para isso os alunos visitaram virtualmente o CDS⁴ e tiveram acesso ao SIMBAD⁵.

³ Este software foi utilizado no ensino de conceitos de Astronomia, em sala de aula, pela primeira vez nesta pesquisa. Até esta prática não havia registro de utilização do mesmo no contexto de ensino e aprendizagem, apenas no uso de pesquisas em Astronomia, realizada por astrônomos profissionais.

⁴ Site do CDS: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>

⁵ Para acesso ao SIMBAD: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

Para tanto, algumas questões específicas foram tratadas, para que pudéssemos contextualizar com o tema da atividade. Por exemplo, ao apresentarmos as estrelas principais desta constelação, foi necessário dizer por quais razões elas têm tamanhos e magnitudes diferentes, o que fez a pesquisadora abordar os conceitos de magnitude e brilho das estrelas.

Para medir as distâncias entre as principais estrelas do cinturão de Órion, mais conhecidas como “as Três Marias”, os alunos aprenderam sobre as distâncias astronômicas e seus métodos de obtenção, assim como revisaram o conceito geométrico de distância entre dois pontos quaisquer, conversão de unidades e notação científica, de forma a aplicarem o conhecimento na atividade, o que promoveu a interdisciplinaridade entre a Matemática e a Astronomia.

Como o docente que auxiliou a pesquisadora, e permitiu a aplicação da atividade, é professor de matemática da turma, esta atividade foi idealizada para ser aplicada em consonância com a disciplina e com conceitos que teoricamente os alunos tivessem como subsunçores em suas estruturas cognitivas para a série e suas respectivas idades.

Além dos conceitos específicos, os alunos puderam manipular algumas ferramentas do *Aladin*, no qual eles encontraram estrelas por meio de seus endereços nos catálogos astronômicos, utilizaram a ferramenta *zoom*, verificaram a magnitude (com posicionamento do cursor sobre o objeto), obtiveram as coordenadas equatoriais e galácticas, e também aprenderam mais sobre as estrelas da Constelação de Órion, suas localizações, como reconhecê-las e os aspectos inerentes à formação desta região com intensa formação estelar. A eles foi apresentado o conceito de coordenadas galácticas (longitude e latitude), que puderam ser obtidas e verificadas por meio do *Aladin*. Os alunos também verificaram as distâncias no *Aladin* e calcularam por si mesmos para poder comparar os resultados encontrados por eles e aqueles apresentados pelo *software*.

A escolha das questões, do desenvolvimento metodológico das aulas, da produção, aplicação das atividades e discussões foram planejadas criteriosamente com o objetivo de concluir com êxito a observação de determinados comportamentos a respeito do desenvolvimento dos processos cognitivos na apreensão dos conceitos (comportamento apropriado para uma exploração e resolução das questões da atividade).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel

A TAS refere-se à aprendizagem cognitiva, que é aquela que resulta do armazenamento organizado de informações e conhecimentos na memória do aprendiz. Tal complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva. Existem mais dois tipos de aprendizagem: a afetiva e a psicomotora. De forma geral, o foco dessas três tipos de aprendizagem pode ser observado no quadro 1 (LIMA, 2012).

Foco de Estudo das Aprendizagens		
Uma interfere na aquisição da outra, por isso não utilizamos o termo "definição", mas "foco"		
Aprendizagem Cognitiva	Aprendizagem Afetiva	Aprendizagem Psicomotora
Focaliza a cognição, o ato de conhecer.	Trata das experiências, tais como dor, satisfação, descontentamento, alegria, ansiedade.	A exemplo das respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática.

Quadro 1. Foco de Estudo das Aprendizagens. Fonte: LIMA (2012).

Ausubel (2002) defende que para haver uma aprendizagem significativa, é necessário que um novo conceito apresentado relacione-se de maneira não arbitrária com conceito(s) existente(s) na estrutura cognitiva do aprendiz. A esta informação já existente na estrutura cognitiva, Ausubel dá o nome de subsunçor. Assim, o conceito existente e o novo relacionam-se formando um terceiro, este modificado (MOREIRA, 1999).

Por exemplo, se o aluno tem um conceito do que seja estrela, ele pode compreender o significado de galáxia ou mesmo de constelação, a depender de como seja a ele apresentado o conceito destas. Se por galáxia o professor define "um conjunto de estrelas, gás e poeira, que se mantêm unidos por atração gravitacional mútua" e o aprendiz não tem subsunçores que produzam a ancoragem para a compreensão do conceito, então esta aprendizagem não será significativa. Se o aluno não sabe o conceito de gravitação mútua, por exemplo, ele não poderá fazer a ancoragem adequada e, ou não haverá uma aprendizagem significativa, ou esta será uma aprendizagem mecânica, se este mesmo aluno decorar o conceito. Para este caso, cabe ao professor criar situações que possibilitem esta aprendizagem. Uma alternativa é a criação de um organizador prévio, que será tratado mais adiante neste texto.

É importante entender que este processo é dinâmico e que aprendizagem mecânica (AM) e aprendizagem significativa (AS) estão ambas relacionadas. Um conceito que acabou de se formar servirá de subsunçor para futuros conceitos apresentados, possibilitando a ancoragem e uma nova AS ou AM, a depender de

como seja conduzido este processo. O mais importante, e que é um ponto fundamental de sua teoria, é o que Ausubel chama de conhecimento prévio. Para ele, o mais importante a ser considerado é aquilo que o aprendente já sabe.

Um mesmo conceito pode ser apresentado para diferentes indivíduos, podendo haver aprendizagem mecânica, significativa ou mesmo nenhuma aprendizagem. Tudo irá depender dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva de cada um. A apresentação de um conceito deve ser adequada ao nível de escolarização do sujeito. Pode-se explicar o conceito de galáxia para crianças, adolescentes, adultos e idosos, mas deve-se levar em conta o que cada um traz em sua estrutura cognitiva que o permita estabelecer uma ancoragem entre o novo conceito e o que ele traz consigo.

Se for necessário, o professor deve criar formas de explicar o conceito de atração e, mais adiante o de atração gravitacional. Compreendendo estes, o aprendiz poderá entender o que são galáxias.

Na AM o novo conceito apresentado não se relaciona com algum outro existente na estrutura cognitiva, simplesmente porque ele não existe. A responsabilidade do professor é garantir que esta ancoragem possa ser estabelecida. Ausubel afirma que, por motivos diversos, na AM, o novo conceito é incorporado de maneira arbitrária, não substantiva. (AUSUBEL, 2003).

Ambas, AM e AS, fazem parte de um *continuum*, estando cada uma em uma de suas extremidades. O papel do professor é tentar fazer com que o aluno esteja sempre mais próximo da extremidade relacionada à AS.

Uma relação existente entre as estrelas e as galáxias pode permanecer, podendo haver uma ancoragem futura a partir da compreensão, por parte do aluno, do conceito de atração gravitacional, por exemplo. Uma criança pode compreender o que é um “conjunto de estrelas”, mas ela pode não entender o significado de atração gravitacional. Esta informação, no entanto, fica “guardada” em sua estrutura cognitiva e, mais tarde, ao estudar Física no ensino médio, ela usará este conceito para, junto com o de atração gravitacional, compreender o que é uma galáxia (LIMA, 2015).

Estrutura Cognitiva, os Subsunoçores e o Papel dos Organizadores Prévios

Para Ausubel, a estrutura cognitiva compreende uma hierarquia organizada, mas mutável, de subsunoçores, sendo estes dinamicamente relacionados. A mutabilidade desta hierarquia ocorre quando um subsunoçor incorpora outros, gerando uma aprendizagem superordenada. Por exemplo, ainda em se tratando do conceito de galáxias, se um indivíduo tem bem definido este conceito, ele pode ser hierarquicamente superior a outros, mas, mais tarde, ele pode compreender bem o diagrama de Hubble, que contempla os diversos tipos de galáxias e suas classificações, tornando-se este um conceito hierarquicamente superior, por conter em si a compreensão de galáxia.

Quando não existe um conhecimento prévio, é necessário a utilização de organizadores prévios (UCHOA, 2003). Estes são materiais construídos com o intuito de preencher a lacuna existente entre aquilo que o aprendiz sabe e o que ele precisa saber (MOREIRA, 1999). Contudo, os organizadores prévios não se constituem, segundo Moreira, apenas em simples sumários que, de modo geral, *“costumam ser apresentados em um mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade”* (MOREIRA, 2006).

O papel central do organizador prévio é servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber (MOREIRA, 1999). Estabelecendo uma relação com a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) de Vygotsky (1999), o organizador prévio é o material que possibilita que a distância entre o nível de desenvolvimento potencial e real seja nula, ou seja, que aquela distância entre o que o aluno deveria saber e o que ele passa a conhecer não exista mais, desde que ele se encontre no ponto de desenvolvimento real, quando a aprendizagem ocorreu.

Os organizadores prévios são, portanto, materiais que promovem a aprendizagem significativa à medida que fomentam a criação de subsunoçores na estrutura cognitiva do aluno. Eles não podem ser confundidos com simples introduções a um determinado assunto, pois possuem um grau de generalização maior do que as introduções comumente utilizadas pelos professores.

Condições para a Ocorrência de Aprendizagem Significativa

Segundo Ausubel (2003), duas são as condições para que ocorra a aprendizagem significativa: O material instrucional deve ser potencialmente significativo; Deve existir uma predisposição do aluno para aprender.

É fundamental que o material instrucional seja potencialmente significativo para nossos alunos. Entende-se por material instrucional qualquer um (imagens, vídeo, áudio, simulação, *applets*, textos, conceitos exemplificadores, aula expositiva - sim, aula expositiva - *etc*).

Para construir um material potencialmente significativo, é importante saber o quão relacionável ele é com o que o aluno já conhece, e para isso, uma boa estratégia é a utilização de questionários que avaliem os conhecimentos prévios dos alunos se o professor tiver dúvidas em preparar os organizadores prévios.

No que tange a pré-disposição do aluno para aprender, ela também é fundamental para a ocorrência da aprendizagem significativa, segundo Ausubel. Este é um princípio básico. O que podemos, enquanto professores, é tentar criar elementos que fomentem nos nossos aprendizes essa vontade, mas isso não é uma garantia de que o mesmo desenvolverá os subsunçores necessários para a promoção de uma AS.

O software *Aladin*

O *software Aladin*⁶ foi idealizado e implementado pelo CDS (Centro de Dados de Estrasburgo), sediado na França. Ele é um Atlas interativo do céu por meio do qual é possível a visualização de imagens obtidas por vários levantamentos astronômicos de qualquer parte, sendo possível também sobrepô-las aos próprios dados do usuário e a catálogos astronômicos diversos, que podem ser acessados a qualquer tempo. O *Aladin* é muito utilizado na realização de identificações cruzadas de fontes astronômicas, por ter acesso a diferentes catálogos, observadas em diferentes bandas espectrais. Para sua instalação é necessário ter o *java* instalado na máquina, ou fazer isso antes de tentar baixar o *Aladin*.

O *Aladin* nos permite efetuar o download de imagens e catálogos por meio da

⁶ <http://adsabs.harvard.edu/abs/2000A%26AS..143...33B>

internet, de uma ampla base de dados, além de permitir a submissão de imagens próprias ou outras que não estejam incluídas no *software*.

O *software* pode ser encontrado nas versões *Desktop* e *Aladin Lite*, que utilizam dados baseados em tecnologia "Hips" ("*Hierarchical Progressive Survey*"). Esta tecnologia é o mecanismo de cobertura hierárquica, desenvolvida no CDS, que permite acessar, visualizar e navegar sem problemas de imagem, catálogos e bases de dados com a capacidade de *zoom* e *pan*⁷ em quaisquer regiões dos surveys reprocessados. O *Aladin Desktop* oferece acesso direto aos dados para a maioria dos servidores astronômicos de todo o mundo, tais como: [CDS](#), [NED](#), [ESO](#), [CADIC](#), [MAST](#), [HEASARC](#), [NRAO](#), [ROE](#), [IMCCE](#), etc., assim como dados de usuários locais (LIMA, 2015).



Figura 1. Exemplo de tela de abertura do *Aladin* em língua portuguesa

Com estas funcionalidades, o *Aladin* poderá ser explorado em diversas fases do ensino (do fundamental à graduação) de Astronomia, seja numa disciplina específica ou alguma que possua temas que possam ser trabalhados sob o viés da mesma, constituindo-se em uma poderosa ferramenta para ao ensino de ciências (Física, Química, Biologia, a própria Astronomia) e Matemática⁸.

A Figura 1 apresenta a tela do *Aladin* com a tradução na língua portuguesa, feita pelos autores desta pesquisa. A descrição pormenorizada encontra-se na página do *software*. Um roteiro com comandos básicos do *Aladin* foi entregue ao professor e

⁷ *Pan* é uma ferramenta do Aladin que permite “arrastar” o céu.

⁸ O *Aladin* foi traduzido para o português pelos autores deste artigo com o objetivo de promover sua utilização nos ensino fundamental e médio.

aos alunos que fizeram parte da pesquisa, de forma com que estes pudessem ter um primeiro contato com o programa.

Esta atividade está em consonância com os PCN (BRASIL, 2000; 2002) para o ensino médio, especificamente os que tratam do ensino de Matemática e de Ciências, envolvendo conceitos de distância de objetos, sua localização em um plano, notação científica, entre outros.

O fato de terem aprendido a usar algumas ferramentas do CDS de forma a manipular e usar dados seguindo um dado critério de busca, e sua inter-relação com imagens astronômicas já justificariam a aplicação da atividade. Entretanto, eles também aplicaram conhecimentos de Matemática e puderam visualizar na prática a conjugação de assuntos vistos em sala de aula, dentro de um contexto que, segundo os próprios alunos, despertou a curiosidade e a atenção deles, fato este que corrobora a prática desta pesquisa.

A Constelação de Órion

A nuvem molecular de Órion é uma região com intensa formação estelar, um berçário de estrelas (Hetem, 1996)⁹. Nessas nuvens com grande quantidade de gás e poeira, estrelas são formadas devido a um processo de colapso gravitacional (Hetem, 1996). A constelação de Órion, é conhecida por suas estrelas brilhantes e visíveis em ambos os hemisférios. Representações sobre a constelação de Órion, visto como “O caçador” em mitologias antigas (COSTA, 2005), podem ser encontradas em diversos sítios, dentre os quais citamos: <http://www.observatorio.ufmg.br/dicas05.htm>. A relação de algumas estrelas da constelação pode ser obtida em [13]. As estrelas Alnilan, Mintaka e Alnitak também são conhecidas como “As três Marias” e possuem magnitudes aparentes de 1,70, 2,23 e 2,03, respectivamente [13]. O conceito de magnitude aparente foi explicado aos alunos e sua utilidade na comparação entre o brilho das estrelas. Detalhes, como por exemplo, tipo espectral, distância, massa, raio, entre outras características sobre as três principais estrelas do cinturão do caçador, podem ser encontrados na referência [13].

⁹ Ver também referência 12.

A medida de distância é muito importante em Astronomia, e pode ser determinada de várias formas, dentre as quais: por meio de radar, paralaxe trigonométrica e espectroscópica, da relação período-luminosidade, da relação distância-avermelhamento, do brilho de supernovas, entre outras (FILHO. SARAIVA., 2014).

Devido aos grandes valores envolvidos, os astrônomos criaram unidades peculiares para tratar de distâncias, as principais são a Unidade Astronômica (UA), o ano-luz e o parsec (1 parsec \sim 3.26 anos-luz). O significado e a inter-relação, entre essas unidades e seus respectivos valores em metros foram apresentadas aos alunos.

Metodologia

A sequência metodológica desta atividade começou com a aplicação de um pré-teste que consistia basicamente do mesmo questionário aplicado posteriormente, no final da atividade, a menos das questões 9 até 13. Portanto, o conteúdo desta atividade que foi trabalhada pelos alunos estão nas questões 1 a 13.

O pré-teste foi aplicado com o intuito de sondar conceitos pré-existent na estrutura cognitiva dos alunos que participaram da atividade. Depois da análise e correção das questões do pré-teste, os pesquisadores apresentaram o *software Aladin* aos alunos. Posteriormente, uma aula teórica foi ministrada (com a participação dos professores de Matemática e de Física da turma). Nesta aula muitas dúvidas foram tiradas e os alunos questionaram bastante. Um segundo encontro foi realizado com fins de “bate-papo” para sanar dúvidas que ficaram e também para que os pesquisadores, por meio das intervenções, pudessem verificar o ganho potencial no que concerne aos temas tratados. Por fim, um questionário final foi passado para os alunos.

Além da utilização do quadro branco e pincel, a autora (uma das pesquisadoras deste trabalho) também fez uma apresentação em *power point*, com um total de 50 páginas abordando tópicos dos conceitos já descritos e que norteou a apresentação destes. A Figura 2 mostra exemplos de slides utilizados na aula na qual foram abordados conceitos relativos à atividade que seria aplicada posteriormente.

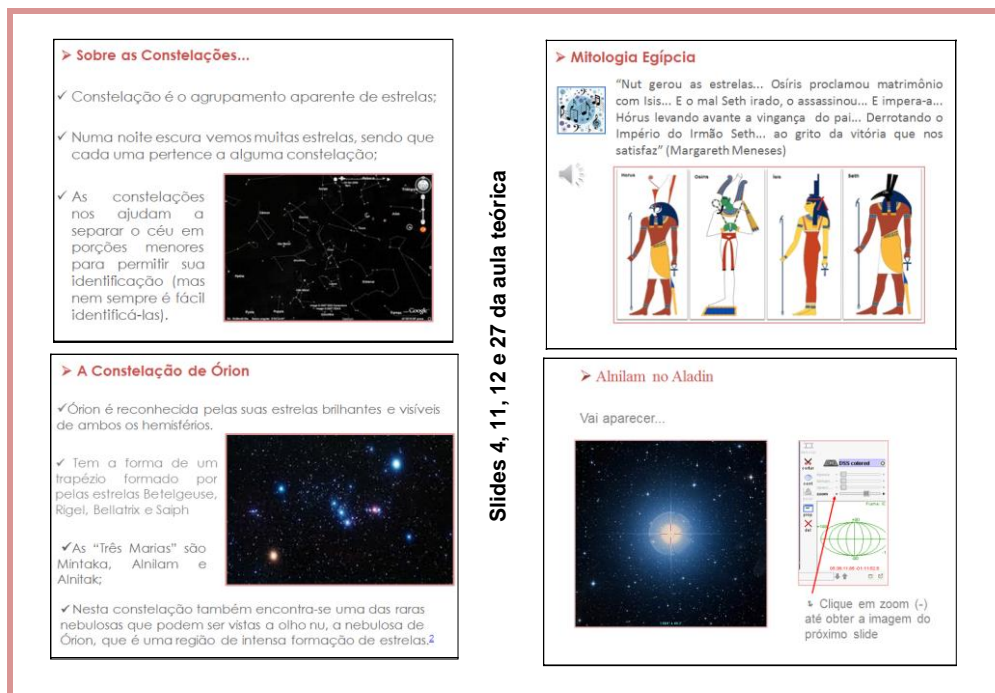


Figura 2. Alguns slides utilizados na apresentação feita pela pesquisadora, abordando tópicos como constelações, concepções históricas e visualização de objetos no *Aladin*, entre outros aspectos.

Nestes slides, bem como na apresentação oral, foram abordados conceitos de constelações, a sua compreensão e evolução histórica (Figura 2), bem como a visão dos povos antigos sobre a Astronomia¹⁰.

Participaram de toda a pesquisa doze alunos com idades entre 16 e 20 anos, todos no 3º ano do ensino médio. Na verdade, no pré-teste estavam presentes doze alunos, mas no dia da aula e na aplicação final da atividade estavam presentes os 20 alunos da turma. Embora todos tenham assistido a aula teórica e participado com perguntas, apenas os 12 alunos que responderam o pré-teste puderam responder a atividade final. A não participação no pré-teste inviabilizaria a aplicação da atividade final, uma vez que não poderíamos avaliar o “antes” e o “depois” e, por conseguinte, não teríamos como mensurar se houve ganho no processo de conceptualização do aprendiz.

A Figura 3 resume as etapas do processo metodológico aplicado nesta atividade. Nela estão ilustrados alguns momentos importantes em cada etapa de aplicação da pesquisa.

Momentos presenciais e seus objetivos

¹⁰ Para mais informações, ver referências [10] e [11].

Nessa seção são descritos os encontros formais que contaram com a participação dos alunos (Figura 4). O primeiro momento ocorreu entre o professor da disciplina de Matemática e os alunos participantes da pesquisa; no qual o professor falou sobre a importância e relevância da proposta da pesquisa. No segundo momento foi aplicado o pré-teste pelo professor Clevenson. Após a correção do pré-teste, com a participação do professor, e a partir da mensuração do mesmo, ambos consideraram melhor que os alunos refizessem as mesmas questões na atividade final, uma vez que os resultados foram bastante aquém do esperado.

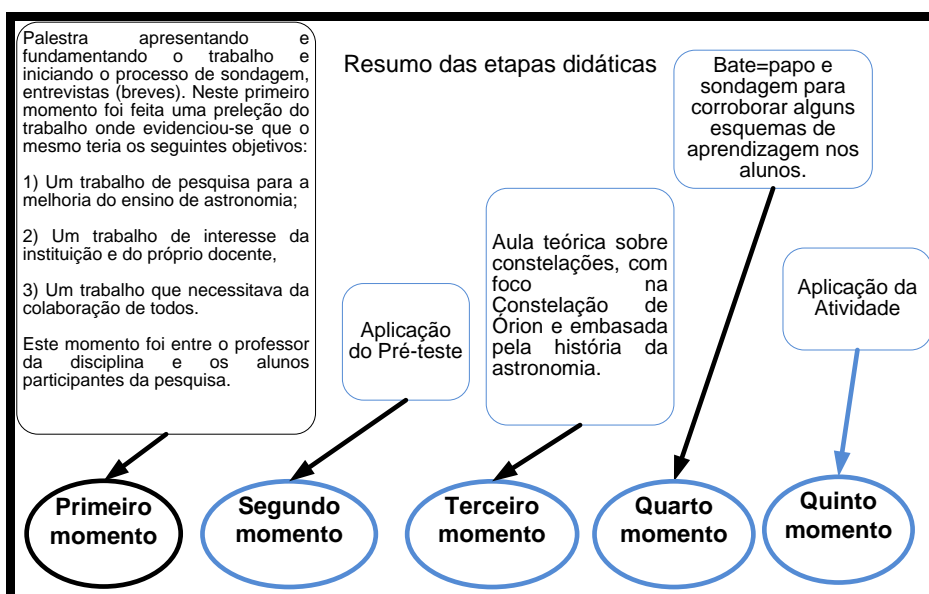


Figura 3. Descrição das etapas que contaram com a participação dos alunos na Atividade 2



Figura 4. Resumo da metodologia aplicada na Atividade com suas respectivas ilustrações.

Em nenhum momento os alunos tiveram conhecimento de que o questionário final seria o mesmo. Após sua aplicação como questionário final, o desempenho dos alunos melhorou significativamente. A aplicação do pré-teste durou aproximadamente uma hora e quarenta minutos, ou seja, duas horas-aula; enquanto que a aula teve duração de duas horas e meia, o bate-papo final levou um total de uma hora e quarenta minutos e, por fim, a aplicação final do questionário final teve duração de mais uma hora e quarenta minutos. Todas as etapas ocorreram no turno vespertino.

Aplicação da atividade

A aplicação da atividade foi o último estágio de contato com os alunos envolvidos na pesquisa. No tocante à correção, ela foi feita em conjunto com o professor e baseou-se numa proposta formativa e somativa. Formativa à medida que indicou dificuldades e avanços que surgiram no seu desenvolvimento (ALLAL, 1986), e somativa à medida que, ao final do processo, buscou observar comportamentos globais e significativos, além de determinar conhecimentos adquiridos, conforme preconiza Rabelo (2009).

Resultados e discussão

Conforme mencionado anteriormente, o pré-teste e o questionário final tiveram as mesmas questões, sendo que no pré-teste quase todas as respostas foram deixadas em branco, ou os alunos responderam “não sei”. Além disso, não havia muitas aulas disponíveis além das que foram utilizadas na aplicação da atividade, uma vez que foram inseridas nas aulas de Matemática, ministradas pelo professor Clevenson, que tinha que cumprir o conteúdo específico da disciplina e só foi permitida a aplicação da atividade após reunião com a diretora da escola, depois da pesquisadora explicar detalhadamente todas as etapas da pesquisa.

A escola onde foi aplicada a atividade é tida como escola estadual modelo e fica situada no IAT (Instituto Anísio Teixeira), local onde muitas pesquisas e palestras são realizadas por professores e/ou pesquisadores de todo o Brasil. Muitos fatores foram analisados até decidir-se pela aplicação das mesmas questões do pré-teste no questionário final. Após conclusão de que uma

aplicação assim constituída não iria interferir no processo da TAS, ficou decidido que o pré-teste e o questionário final seriam os mesmos. Essa escolha nos permitiu verificar que subsunçores antes inexistentes nas estruturas cognitivas dos alunos foram criados, bem relacionados e ancorados, a partir da verificação do áudio, vídeo e da correção efetuada.

Análise e interpretação das respostas do pré-teste

As respostas referentes às questões estão descritas nas tabelas e comentadas a seguir. Posteriormente, são apresentadas as respostas às questões e seus resultados por meio de tabelas e gráficos. A questão 1, solicitou que os alunos respondessem sobre constelações estelares com as alternativas fornecidas na Tabela 1, e com espaço para sucintamente descrever a opção por uma dada alternativa.

Respostas	QUESTÃO 1
Não sei o que é	10
Acho que sei o que é	2
Sei o que é	0
TOTAL	10

Tabela 1. Análise das respostas do pré-teste da questão 1: “Sobre constelação (de estrelas)”.

A Figura 5 mostra a questão 2 e uma resposta dada por um aluno. Das 12 questões analisadas, apenas duas tinham resposta. No entanto, nenhuma delas satisfatória. A figura a seguir mostra que o aluno confunde a ideia de tempo e espaço, cabe ressaltar que, nessa fase, ainda não está formado nos alunos o conceito de espaço-tempo.

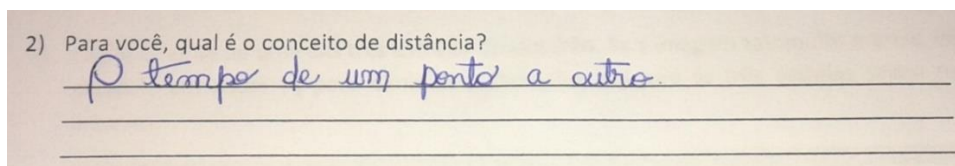


Figura 5. Resposta de um aluno à questão 2.

Os resultados da questão 3 também não foram satisfatórios. A Figura 6 mostra uma, entre as 8 questões em que os alunos responderam “não sei”, outros 4 deixaram em branco.

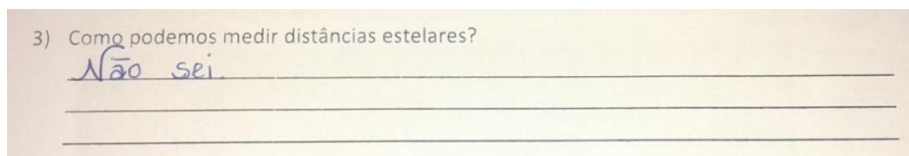


Figura 6. Resposta de um aluno à questão 3 do pré-teste.

A questão 4, solicitava que os alunos citassem os nomes de três constelações estelares. Nenhum aluno respondeu satisfatoriamente a questão. A Figura 7 mostra uma das 12 respostas insatisfatórias dadas por eles.

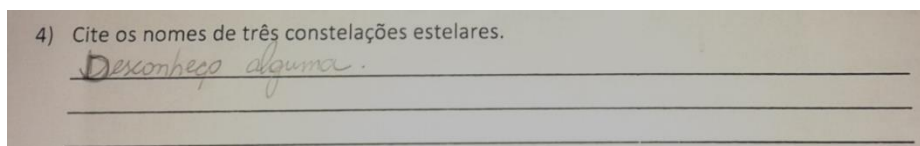


Figura 7. Resposta de um aluno à questão 4 do pré-teste.

A questão 5 foi a que teve maior número de respostas corretas, 12 ao todo. O fato de ser objetiva talvez tenha influenciado. De qualquer modo, os resultados foram os melhores comparando-se com as demais questões.

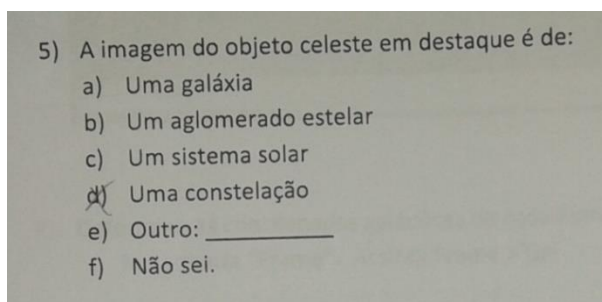


Figura 8. Resposta de um aluno à questão 5 do pré-teste.

A maior parte dos alunos, 7 ao todo, deixou em branco a questão 6. Dentre as 5 respostas restantes, apenas duas foram consideradas relativamente satisfatórias. Um exemplo está mostrado na Figura 9.

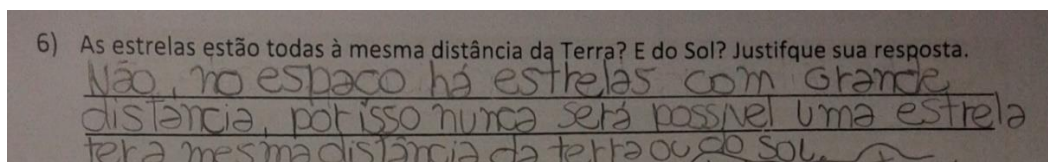


Figura 9. Uma das duas respostas consideradas satisfatórias para o pré-teste.

A questão 7 teve 9 respostas “não sei” o que nos fez refletir bastante sobre os conceitos que estão sendo ensinados aos nossos alunos; todavia, mais importante do que isso: Esses conceitos não são ensinados ou, quando são, não

são aprendidos. Nessa questão, das 3 respostas restantes, todos responderam que o Sol é a estrela mais próxima do Sistema Solar, como o Sol faz parte do Sistema Solar, certamente os alunos, interpretaram a questão como sendo: “qual estrela está mais próxima da Terra”.

7) Qual estrela mais próxima do nosso sistema solar? Sol

Figura 10. Exemplo de resposta dada por um aluno à questão 7.

A questão 8, teve 4 respostas consideradas relativamente corretas, como a apresentada na Figura 11. A partir da correção e análise das respostas, pudemos perceber que os alunos não têm uma noção consistente sobre distâncias astronômicas. Para eles dezenas, milhares, milhões ou bilhões de anos-luz não apresentam diferença.

8) As estrelas de uma mesma constelação estão necessariamente próximas umas das outras? Justifique. Na verdade, elas podem estar muito distantes uma das outras, às vezes separadas por dezenas de anos-luz.

Figura 11. Resposta de um aluno à questão 8 considerada relativamente correta.

Na análise da questão 9, pudemos observar que, embora os alunos tivessem visto o conceito de distância entre dois pontos, a maior parte não soube responder corretamente. A Figura 12 mostra a resposta de um aluno a esta questão. A aplicação da fórmula da distância não foi organizada corretamente pela maior parte dos alunos.

9) Dados dois pontos (x_1, y_1) e (x_2, y_2) , determine a distância entre eles.

$$P_1 (x_1, y_1) \text{ e } P_2 (x_2, y_2)$$

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Figura 12. Resposta de um aluno à questão 9 do pré-teste.

As demais questões, como envolviam conceitos e manipulação do *Aladin*, os alunos não tinham como responder em um pré-teste e por essa razão, como mencionado anteriormente foi solicitado aos alunos deixarem em branco essas questões.

Análise e interpretação das respostas do Questionário Final

O questionário final que foi aplicado na atividade *Determinando distâncias entre as estrelas do Cinturão do Caçador*, teve as mesmas perguntas do questionário prévio, como já informado e justificado. A atividade teve como objetivo principal proporcionar a aprendizagem significativa de conceitos relativo à constelações e determinação de distâncias entre astros, especificamente entre as estrelas do cinturão da Constelação de Órion. O intuito foi verificar o aprendizado desses conceitos e testar uma metodologia.

A seguir fazemos os comentários e análise das respostas do questionário após todas as etapas aplicadas com os alunos participantes. As questões foram corrigidas com fins de verificar se houve aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Os resultados estão comentados considerando-se suas particularidades. Algumas respostas serviram de ilustração para exemplificar os comentários.

Na questão 1 do questionário final aplicado, 8 das doze questões foram consideradas satisfatórias. Dois exemplos são dados nas figuras 13 e 14.

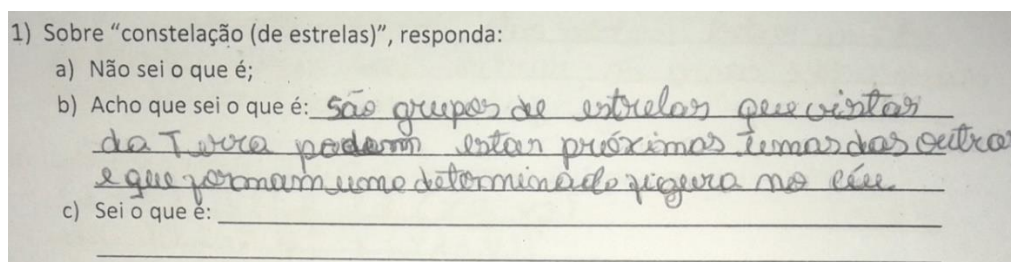


Figura 13. Resposta de um aluno à questão 1 do questionário final.

Diferentemente dos resultados obtidos no pré-teste, percebe-se claramente que os alunos passam a ter uma compreensão maior do conceito de constelações. A partir da análise do áudio, pôde-se perceber que os alunos tinham uma vaga ideia sobre o que seriam as constelações, por exemplo, a maior parte tinha ideia de que estava relacionado com um agrupamento de estrelas, embora não soubessem explicar, dar uma definição. Já nos resultados do pós-teste (questionário final) essa ideia ganhou um corpo conceitual, mostrando que muito provavelmente passaram a existir subsunçores que podem promover a ancoragem com os conceitos advindos. Embora não possamos mensurar a aquisição de subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz, podemos mensurar ganho quantitativo a qualitativo por parte do aluno, uma vez que a

análise quanti-qualitativa das respostas e a comparação das mesmas nos permite verificar um crescimento no que tange a asserções de valor nos mesmos.

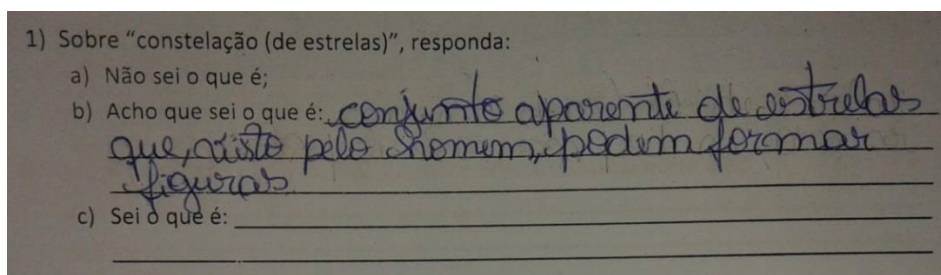


Figura 14. Resposta de um aluno à questão 1 do questionário final.

Na questão 2, também a noção de distância pareceu bem mais concisa e coerente por parte dos alunos. As figuras 15 e 16 mostram exemplos de respostas adequadas dadas a esta questão.

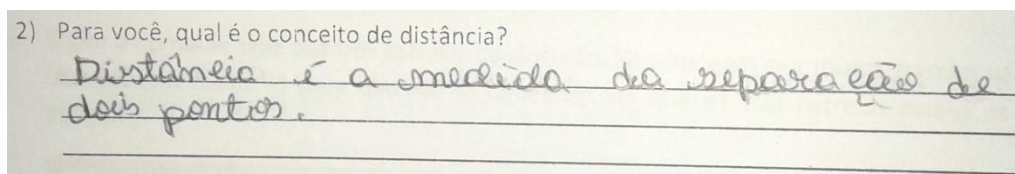


Figura 15. Resposta de um aluno à questão 2 do questionário final.

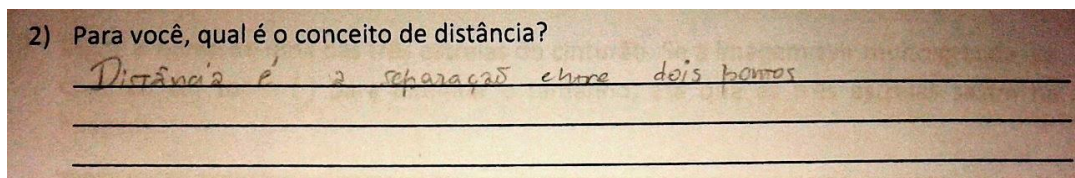


Figura 16. Resposta de um aluno à questão 2 do questionário final.

Duas respostas foram consideradas parcialmente corretas e uma incorreta. A Figura 17 mostra um exemplo de uma questão considerada relativamente correta.

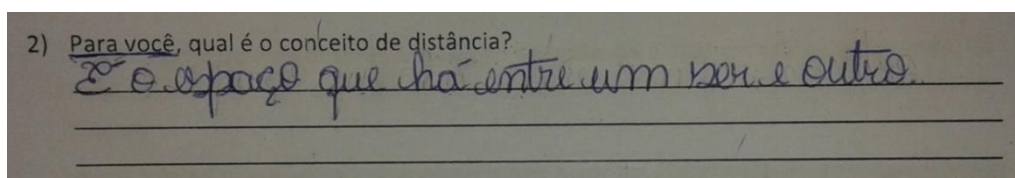


Figura 17. Resposta de um aluno à questão 2, considerada relativamente correta.

Na questão 3 os alunos também apresentaram qualidade na apresentação dos conceitos, ao contrário dos resultados mostrados no pré-teste. As figuras 18 e 19 mostram dois exemplos de respostas consideradas adequadas. Nota-se que agora eles compreendem melhor e sabem se expressar a respeito dos conceitos trabalhados, o que antes não acontecia.

3) Como podemos medir distâncias estelares?
 A paralaxe estelar é utilizada para medir a distância das estrelas utilizando o movimento da Terra em sua órbita.

Figura 18. Resposta de um aluno à questão 3, considerada satisfatória.

3) Como podemos medir distâncias estelares?
 Usamos a paralaxe estelar, serve para medir a distância das estrelas utilizando o movimento da Terra em sua órbita.

Figura 19. Resposta considerada satisfatória, dada por um aluno à questão 3.

Apesar de o aluno se expressar em relação à paralaxe como “estrelar” em vez de “estelar”, a resposta foi considerada correta, porque não visamos a correção da língua portuguesa, embora seja muito importante, mas por não ser o foco desta pesquisa, o que consideramos foi a ideia e a expressão apresentadas pelos alunos sobre o conceito tratado em cada questão, além do fato de ser um grande avanço o aluno mencionar o conceito de paralaxe.

A questão 4 foi a que apresentou ainda algumas inconsistências por parte dos alunos, embora com resultado muito melhor do que o adquirido no pré-teste. Nesse caso, 7 alunos deram respostas corretas, 4 respostas incorretas e apenas uma considerada satisfatória, embora com alguma inconsistência (figuras 20 e 21).

Ao serem perguntados sobre este resultado, os alunos argumentaram que leram rapidamente e “acharam” que a questão estava perguntando sobre os nomes das três estrelas do cinturão de Órion, em vez de solicitar os nomes de três constelações. Uma aluna afirmou que a palavra “três” foi condicionante (interpretação da pesquisadora e do professor) para a sua interpretação.

4) Cite os nomes de três constelações estelares.
 Alnitaka, Nintaka, Amilak

Figura 20. Resposta incorreta dada por um aluno à questão 4.

As quatro respostas incorretas foram as mesmas, o que mostra o quanto nossos alunos têm uma urgência em responder e uma dificuldade em ler e interpretar adequadamente as questões.

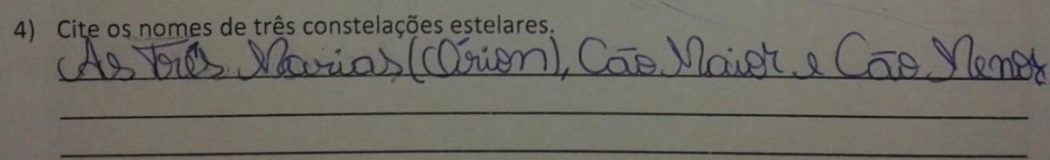


Figura 21. Resposta satisfatória dada por um aluno à questão 4.

Todos os alunos responderam corretamente a questão 5 (Figura 22), - alternativa *d*. Eles já demonstram a capacidade de, de alguma forma, identificar objetos astronômicos e a diferença entre eles. Propositadamente, não foi colocada a alternativa *nebulosa*, pois queríamos saber se os alunos seriam capazes de identificar se o conjunto de estrelas de imagens tinha o aspecto similar ao de alguma constelação conhecida.

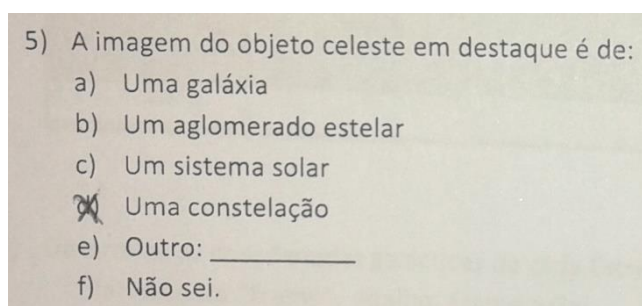


Figura 22. Exemplo uma resposta correta para esta questão.

Na análise da questão 6, oito respostas foram consideradas corretas, duas satisfatórias, mas não necessariamente corretas por completo e duas incorretas. A Figura 4 mostra três respostas diferentes dadas pelos alunos.

A questão 7 foi adequadamente respondida por onze alunos. As figuras. 23 e 24 apresentam algumas respostas. Nota-se que depois da aula, eles já têm claro o conceito de Sistema Solar no qual, o Sol é a estrela, não podendo ser a estrela mais próxima desse sistema, e também demonstram conhecer o nome da estrela mais próxima de nosso Sistema Solar.

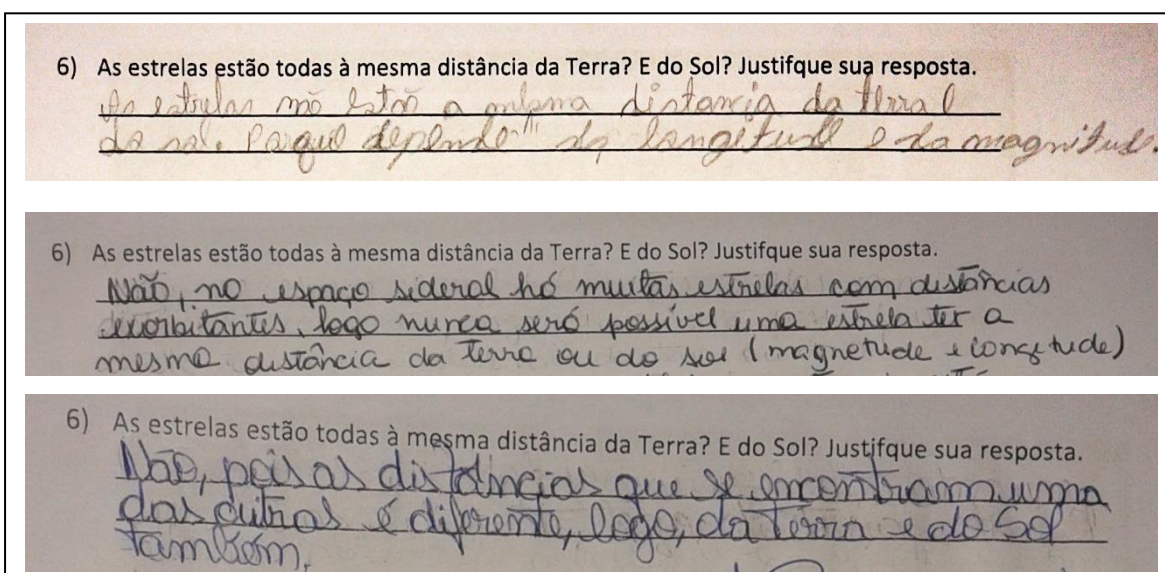


Figura 22. Exemplo de três respostas dadas por alunos à questão 6.

7) Qual estrela mais próxima do nosso sistema solar? Alpha Centauri, está
cerca 4,6 anos luz de distância

Figura 23. Resposta dada por um aluno à questão 7.

7) Qual estrela mais próxima do nosso sistema solar? Alpha Centauri, estando a
4,24 anos luz do nosso sol

Figura 24. Resposta de um aluno à questão 7.

8) As estrelas de uma mesma constelação estão necessariamente próximas umas das outras? Justifique. Não. Para nós que os vemos da Terra aparecem que
elas estão próximas uma das outras, mas a verdade é que
elas podem estar muito distantes, só fazem parecer próximas
por serem próximas de nós - luz

8) As estrelas de uma mesma constelação estão necessariamente próximas umas das outras? Justifique. Não necessariamente, pois há milhares
de anos-luz entre elas, o que prova que não
precisa estar perto para formar uma constelação

Figura 25 Respostas de dois alunos para a questão 8.

A questão 8 foi respondida adequadamente por sete dos doze alunos. Isso corresponde a um percentual de 66,7% de acertos. A Figura 25 mostra duas respostas consideradas adequadas, embora em níveis distintos de acerto.

A Figura 26 apresenta uma resposta de um aluno à questão 9. Nela eles precisavam apenas mostrar a fórmula, pois fariam uso em questão posterior. Dez dos doze alunos escreveram corretamente a fórmula. Embora este possa provavelmente ser um conhecimento mecânico, muitas vezes ele é o estágio anterior a uma aprendizagem significativa.

O intuito, no entanto, foi o de utilizar uma estratégia comum ao que os discentes estão acostumados (cobrar a fórmula), até pelo fato de eles terem respondido o questionário sem qualquer auxílio de material externo.

9) Dados dois pontos (x_1, y_1) e (x_2, y_2) , determine a distância entre eles.
 $P_1(x_1, y_1)$ e $P_2(x_2, y_2)$ $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

Figura 26. Resposta de um aluno à questão 9.

Cerca de metade dos alunos deram respostas satisfatórias no que se refere ao cálculo das distâncias, no entanto todos responderam as questões 10 à 13. A questão 10, que continha vários sub-itens (Figura 27), tratou da utilização do Aladin para obter dados das estrelas e dessa forma ter subsídios para o cálculo entre as distâncias das três principais estrelas do cinturão.

Foi solicitado que os alunos digitassem o nome de qualquer uma das três estrelas na barra de localização do Aladin e ajustando a ferramenta de aproximação de forma a melhor visualizar as três estrelas, posteriormente solicitou-se que eles anotassem o valor das coordenadas galácticas de cada um dos três objetos. Esses passos (i e ii) são mostrados na questão 10.

Posteriormente, foi apresentada aos alunos a ferramenta para o cálculo de distância entre pontos no Aladin, e foi solicitado que eles calculassem a distância entre cada par de objetos (questão 11). Os itens vi à viii da questão 10, mostram como se obter a distância (quando fornecido) e algumas propriedades básicas de objetos com o Simbad. De posse dessas distâncias (da estrela até o Sol), que são calculadas as projeções x e y no plano Galáctico desses objetos, com as fórmulas fornecidas na atividade. Algumas das informações obtidas pelos alunos anteriormente foram usadas para o preenchimento da tabela da questão 13, o valor da magnitude por exemplo, pode ser obtido, apenas posicionando-se o cursor sobre o objeto. Uma outra etapa, consistiria dos estudantes colocarem no plano X-Y a localização dos objetos, tendo como base as posições X-Y da questão 10, parte ix-), entretanto, por falta de tempo, os alunos não puderam conseguir preencher a figura. Por meio da análise das questões, verificamos que asserções de valor antes não demonstradas pelos alunos foram adquiridas. A relação entre o que eles aprenderam em matemática e a aplicação na pesquisa foi, segundo eles mesmos um ponto fundamental de apoio e incentivo.

10). Por meio da fórmula da distância efetue os valores das distâncias entre cada uma das três Estrelas.

- I) Use o **Ajdin** para poder representar as Estrelas do Cinturão no plano cartesiano. Para isso você pode usar novamente a ferramenta "Frame". Ela possibilita mudar o tipo de coordenada que se quer trabalhar, referente ao objeto celeste estudado.
- II) Anote os valores encontrados em coordenadas galácticas. Em seguida verifique os valores das distâncias encontrados linearmente, por meio de: Frame > Linear.
- III) Para obter a distância de cada estrela até o Sol, você pode utilizar o **Simbad**. Para isso vá para <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-basic>. Lá coloque os nomes dos objetos como mostra a figura a seguir. Em seguida clique em **SIMBAD search**.



1) De posse dos valores das distâncias, preencha a tabela abaixo.

	Distância entre os objetos
Ainikak-Ainilam	
Ainikak-Mintaka	
Ainilam-Mintak	

2) Compare os valores encontrados até aqui e comente os resultados.

Figura 27. Parte da questão 10.

Considerações finais

Ao compararmos os resultados do pré-teste e o questionário final, fica claro que houve um crescimento significativo no desenvolvimento cognitivo dos alunos. Além disso, as falas dos alunos nos mostraram que eles passaram a se interessar pelos conceitos relativos à Astronomia, primeiro porque viram relações existentes entre o que eles aprendem na escola com tais conceitos, segundo pois conforme relatado por eles, o tema desperta interesse, mas eles não sabiam sequer onde buscá-los.

A atividade foi aplicada a alunos do ensino médio, portanto, eles trouxeram diversas inquietações até mesmo conceituais, típicas da idade, que foram contornadas ou pelo menos dirimidas pela pesquisadora. Além dos conceitos apresentados, tivemos um bate-papo onde muitos temas foram

tratados. Os alunos não sabiam, por exemplo, a diferença entre um astronauta e um astrônomo. Alguns confessaram sequer saber a diferença entre a Astronomia e a astrologia. Tudo isso foi conversado com o intuito de sanar tais inquietações, mas também de promover asserções iniciais de valor entre os estudantes. Foi uma prática bastante motivadora também para a pesquisadora e o professor da disciplina.

Os alunos relataram que a participação dos professores foi fundamental, pois eles viram que até mesmo seus professores traziam algumas dúvidas e questionamentos sobre conceitos de Astronomia. Vê-los participando de “igual para igual” como relatou uma aluna, foi essencial para esses estudantes.

Fica como sugestão para os professores, especialmente para os de Física, Matemática, História, Biologia e Geografia, a utilização do *software Aladin*, agora também em língua portuguesa, já que ele foi traduzido pela pesquisadora e seu orientador, especialmente para esta pesquisa.

Nossa pesquisa teve embasamento teórico na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, seguindo etapas de construção do significado pelo aprendiz, utilizando o *Aladin* como pano de fundo da prática aqui sugerida. Isso foi possível a partir do acompanhamento dos conceitos ensinados, por meio das imagens e em paralelo à teoria que ia sendo mostrada por meio dele e das aulas teóricas (slides), intervenções da pesquisadora e construção coletiva do conhecimento com os aprendizes.

O *Aladin* é um *software* gratuito e, portanto, pode ser utilizado sem problemas desde que a escola tenha computadores com requisitos mínimos que permitam sua utilização e a disposição de professores em utilizá-lo. Esperamos que o relato de nossa prática promova nos professores vontade de adaptarem suas aulas, criando suas próprias estratégias e metodologias de ensino, atreladas aos conceitos de sua disciplina, os aqui tratados sobre astronomia e o que mais lhes convier a partir de suas pesquisas e intenções específicas.

Referências

ALLAL, Linda. CARDINET, Jean. & PERRENOUD, Philippe. **A avaliação formativa num ensino diferenciado**. Coimbra: Livraria Almedina, 1986.

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

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

COSTA, Gilvana Benevides. **Uma abordagem humanística para o ensino de astronomia no ensino médio**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005, Dissertação de Mestrado. Disponível em http://www.ppgecnm.ccet.ufrn.br/publicacoes/publicacao_59.pdf.

DIAS, Claudio André C.M.; SANTA RITA, Josué R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *VÉRTICES*, v. 9, n. 1/3, jan./dez. 2007. <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20070011/46>

FILHO, Kepler de Souza Oliveira. SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2014.

HETEM, Annibal. **Estudo da Estrutura de Nuvens Moleculares**. São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, 1996, Tese de Doutorado.

LIMA, Melina Silva de. **Uma Proposta de Aplicação da Teoria dos Campos Conceituais para o Ensino de Cálculo em Cursos Superiores**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - UNIBAN (Universidade Bandeirante de São Paulo), São Paulo, 2012.

LIMA, Melina Silva de **Manipulação de Imagens Astronômicas com o uso do Aladin para o Ensino de Astronomia**. Dissertação de Mestrado. Feira de Santana, 2015.

MACHADO, Marcelo Araújo. **Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, Editora da UnB, 2006.

RABELO, Edmar Henrique. **Avaliação: novos tempos, novas práticas**. 8ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.