

APLICANDO CONCEITOS DE ESTATÍSTICA A DADOS ASTRONÔMICOS: A INTERDISCIPLINARIDADE NA GRADUAÇÃO E ALGUNS RESULTADOS.

Melina Silva de Lima ¹; José Vicente Cardoso Santos ²

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi trabalhar conceitos de Astronomia no âmbito da Estatística. Neste contexto foram utilizados os softwares *Aladin* e o *VOStat*, servindo ambos como ferramentas facilitadoras na condução metodológica do ensino de conceitos astronômicos e estatísticos, respectivamente. Os participantes foram alunos de graduação em Engenharia de um Centro Universitário em Salvador (BA). Aqui temos um recorte de uma pesquisa mais ampla que visou a criação, aplicação e apresentação de material de ensino de conceitos de Astronomia nas diversas fases escolares: ensinamentos fundamental e médio, graduação e uma turma de professores de ensino fundamental. A proposta tem viés interdisciplinar, com metodologia quali-quantitativa, sendo as análises das respostas baseadas na taxonomia SOLO. No que tange o conteúdo, a Estatística Descritiva foi o foco principal por fazer parte das diretrizes curriculares dos cursos de graduação em Engenharia. Os resultados mostraram que o material aplicado foi concorrente com os objetivos da pesquisa.

Palavras-chave: *Aladin*, Ensino de Astronomia; Ensino de Estatística; *VO-Stat*..

Abstract

This article presents the results of a research whose objective was to work on concepts of Astronomy in the scope of Statistics. In this context, the *Aladin* and *VOStat* softwares were used, both of which serve as facilitating tools in the methodological conduction of the teaching of astronomical and statistical concepts, respectively. The participants were undergraduate students in Engineering of a University Center in Salvador (BA). Here we have a cut of a broader research that aimed at the creation, application and presentation of teaching material of astronomy concepts in the various school stages: elementary and middle school, undergraduate and a class of elementary school teachers. The proposal has interdisciplinary bias, with qualitative methodology, being the analysis of the answers based on the taxonomy SOLO. Regarding the content, Descriptive Statistics was the main focus for being part of the curricular guidelines of the undergraduate courses in Engineering. The results showed that the applied material was related to the research objectives.

Keywords: *Aladin*, Teaching of Astronomy; Teaching Statistics; *VO-Stat* ..

Introdução

Neste artigo abordamos a elaboração e aplicação da atividade denominada *Aplicando Conceitos de Estatística a Dados Astronômicos*, apelidada pelos participantes por *Astroestatística*.. Trata-se de uma pesquisa-ação realizada com alunos de graduação, mais especificamente discentes do segundo trimestre do curso de Engenharia Mecânica de uma IES de Salvador (BA), na disciplina Fundamentos de Estatística.

¹ Centro Universitário SENAI/CIMATEC;

² Universidade Estadual de Feira de Santana

Um material instrucional foi criado para a condução da atividade, que no âmbito da aprendizagem de conceitos de Astronomia e Estatística, permitiu aos alunos a manipulação de imagens de objetos celestes, além de conhecerem alguns conceitos astronômicos, tais como filtros, magnitudes, limite de completeza, coordenadas, entre outros. Para tanto, eles aprenderam a acessar dados de grandes levantamentos astronômicos, aplicando alguns conhecimentos da Astronomia no estudo da Estatística com o uso da ferramenta *VOSta* e o *software Aladin*.

Considerando o fato de que alunos egressos do Ensino Médio apresentam uma perspectiva parcial, e muitas vezes equivocada, sobre diversos conceitos físicos, incluindo àqueles concernentes à Astronomia (PAZ, 2007), nos deparamos com a seguinte questão: É possível a inserção do ensino de Astronomia atrelado a conteúdos de disciplinas estatísticas nos cursos de Engenharia?

Para responder a esta questão, um material didático contendo material instrucional para o professor e para o aluno, além de tutorial dos softwares foi criado. O material desenvolvido atrelou conteúdos de Estatística à Astronomia. Em termos de conteúdo, contemplou cerca de 40% da disciplina *Fundamentos de Estatística*. Além de gráficos, suas análises e interpretações, também foram aplicados conceitos relativos às medidas de posição e dispersão, rol, população e amostra, além da classificação de variáveis e frequências.

A questão de pesquisa inicial, que deu origem a este recorte, foi mais ampla e procurou investigar o impacto da inserção de conceitos de Astronomia em diversos níveis, do fundamental à graduação, além de professores. A pesquisa aqui tratada é um recorte do que foi desenvolvido em um ano e seis meses, aproximadamente. Nosso objetivo aqui é mostrar alguns resultados referentes à interdisciplinaridade entre Astronomia e Estatística na sala de aula, visto que só em se tratando da atividade final aplicada, que trabalhou os conceitos com alunos de Estatística, já ultrapassaríamos a quantidade mínima de páginas exigida em qualquer revista.

Ao final da atividade, os alunos aprenderam a utilizar ferramentas para o cálculo de medidas estatísticas, além de poderem escolher, visualizar e guardar gráficos, tendo acesso a aplicações em diversos deles. Eles também aprenderam a identificar objetos celestes que nem sempre são visíveis a olho nu, além de terem podido reconhecê-los e manipular seus dados por meio dos catálogos. Também trabalharam na redução dos dados astronômicos.

No que tange ao conteúdo de Astronomia, todo o material a que os alunos tiveram acesso foram baseados nas referências seguintes: Amôres (2002), Amôres (2003), Charbonneau (1995), Filho (2014), Friaça (2000), Hetem (1996), Langhi (2007), LIMA (2015),

Os softwares *Aladin* e *VOSat*

O *software Aladin*³ 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 do céu, sendo possível ainda sobrepor-las aos próprios dados do usuário e a catálogos astronômicos diversos, que podem ser acessados por meio do próprio *software*. O *Aladin* é bastante utilizado na realização de identificações cruzadas de fontes astronômicas, observadas em diferentes bandas espectrais.

³ <http://adsabs.harvard.edu/abs/2000A%26AS..143...33B>

Embora seja muito utilizado por astrônomos profissionais⁴, esta pesquisa foi a primeira a trabalhar com estas funcionalidades em consonância com o ensino. Baseando-nos em todos os resultados obtidos, verificamos que o *Aladin* pode ser explorado quando se quer ensinar conceitos de Astronomia. Ele permite, ainda, uma associação interdisciplinar, como é o caso desta investigação, que atrela conceitos da Estatística.

O *software Aladin* existe em diversas línguas, entre elas o inglês, francês, italiano e japonês. Para esta investigação realizamos a tradução⁵ do software do inglês para o português com o objetivo de facilitar a utilização pelos alunos, uma vez que o acesso ao programa em outra língua poderia dificultar o entendimento de algumas ações ou interferir na análise da pesquisa. Além disso, em termos futuros, essa possibilidade amplia as chances de utilização do mesmo por alunos e professores.



Figura 1. Exemplo de tela de abertura do Aladin em língua portuguesa⁶.

Quanto ao *VOStat*, nesta pesquisa foi contemplada a aprendizagem dos conceitos básicos a respeito de Observatórios Virtuais (OV)⁷ para manipulação de dados de imagem. O aplicativo *VO-Service*, denominado *VOStat*⁸ foi a ferramenta escolhida para a visualização das operações estatísticas efetuadas pelos alunos, que utilizaram esta ferramenta depois de um curso promovido pelos autores.

O *VOStat* é um *web-service*, ou seja, um sistema que integra outros sistemas e permite a comunicação entre aplicações distintas. Ele utiliza dados do *software-R* (dados estatísticos) e integra as informações astronômicas obtidas em um *software* como o *Aladin*, por exemplo. Para tanto, é necessário fazer o *upload* de seus dados para o servidor *VOStat* (*Penn State University*)

⁴ http://www.telescopiosnaescola.pro.br/manual_ds9.pdf.

⁵ http://cdsweb.u-strasborg.fr/news.php?fn_mode=fullnews&fn_incl=0&fn_id=435.

⁶ O Aladin foi traduzido para a língua portuguesa pelos autores deste artigo, com fins de facilitar pesquisas que o utilizem.

⁷ <http://www.ivoa.net/>

⁸ <http://astrostatistics.psu.edu:8080/vostat/>

e baixar os resultados. Este programa calcula de forma automática, as medidas de tendência central, medidas de dispersão e de posição, entre muitos outros recursos. Com ele também podemos visualizar diversos gráficos de distribuição estatística.

A Figura 2 mostra o primeiro *slide* utilizado para apresentar o *VOStat*. Após acessar a página do programa e apreender sobre a manipulação dos dados por meio dele, os discentes passaram a manipular as imagens de objetos celestes, conhecendo outros conceitos astronômicos, tais como filtros, magnitudes, limite de completeza, coordenadas, entre outros. Com a ferramenta, também acessaram dados de grandes levantamentos astronômicos e aplicaram alguns conhecimentos da Astronomia no estudo da Estatística.

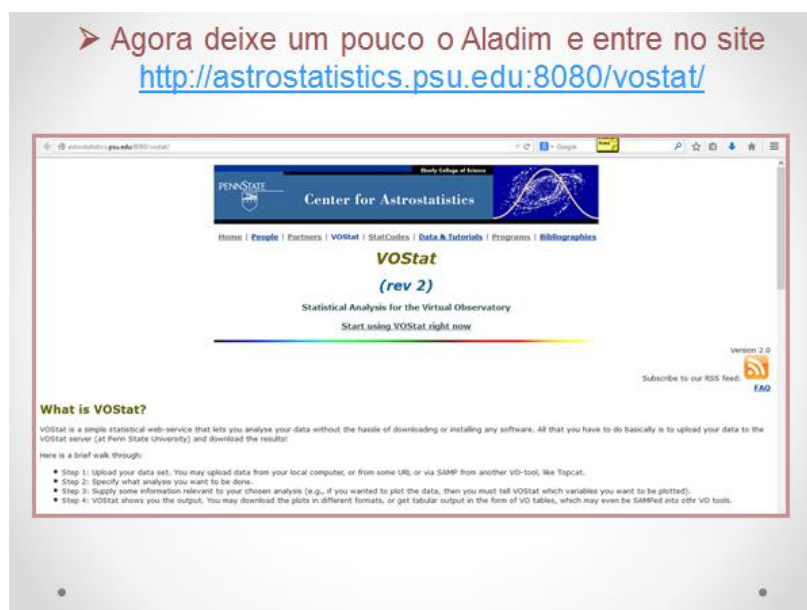


Figura 2. Slide 35 da aula, apresentando aos alunos o *VO-Stat*.

Metodologia

O conteúdo estatístico referente a gráficos e tabelas, rol, distribuição de frequências, medidas de posição e de dispersão foram ministrados em conjunto com a aplicação da atividade. Somando-se a isto, foram explicados conceitos astronômicos pertinentes à pesquisa, além dos *softwares*.

A nossa pesquisa tem caráter qualitativo e quantitativo. Registros de áudio e vídeo foram utilizados para um melhor diagnóstico construtivo do processo metodológico dos encontros presenciais. Foi utilizada a taxonomia SOLO (BIGGS e COLLIS, 1982) na análise e correção dos questionários relativos à atividade Astro-estatística. Para o processo de sondagem de conhecimentos pré-existentes relativos aos conteúdos sobre Astronomia foi aplicado um pré-teste. A partir dos resultados do pré-teste elaborou-se o questionário final, bem como toda a atividade e desenvolvimento da mesma.

Por intermédio da análise categorizada das respostas dos alunos na atividade, bem como do comportamento verbal ou não-verbal, fez-se inferências sobre os resultados obtidos. Das inferências, pôde-se compreender melhor os diversos aspectos de conceitos envolvidos no corpo conceitual em questão.

Uma comparação dos conhecimentos *a priori*, analisados no pré-teste e dos adquiridos, após condução metodológica e aplicação do questionário final, estão descritas nos comentários finais dos resultados.

A página do CDS foi visitada, onde eles tiveram acesso e um tempo disponível para o reconhecimento e puderam navegar livremente. Ao passo que dúvidas iam surgindo, a professora fazia os comentários relevantes enquanto respondia as perguntas.

► Como identificamos/localizamos esses objetos no céu

- ↳ Coordenadas: um sistema chama-se coordenadas equatoriais
- ↳ RA : ascensão reta, DE (declinação) → pe.x. plano x,y
- ↳ J2000: é a época que representa a localização das coordenadas



(RA, J2000, DE, J2000) RA, DEC = 295,0143; -30.9792

Veja a localização do objeto (do ponto vermelho)

Figura 3. Slide 26 da aula que apresenta como é feita a identificação de objetos no céu e sua representação no software Aladin.

Os sujeitos do estudo foram 25 estudantes - todos com idade entre 17 e 22 anos, (Quadro 1) - de Engenharia Mecânica de uma IES na cidade de Salvador (BA), conforme quadro a seguir. Nenhuma análise relativa ao gênero dos alunos foi considerada. Estas informações são apenas ilustrativas da pesquisa.

Turma	Quantidade	Gênero		Idades
		Masculino	Feminino	
Engenharia Mecânica	25	20	5	17 - 22

Quadro 1. Distribuição do universo amostral.

Em vista das exigências no cumprimento das ementas, deve-se considerar que cada docente tem a sua heurística de aplicabilidade dos conteúdos e, desta forma, para que não houvesse descontinuidade entre o abordado e o mensurado, considerou-se providencial a participação da professora na confecção dos questionários e listas de exercícios, bem como nos comentários quando da correção das mesmas.

As atividades foram registradas com fotografias, também através de anotações e de áudio. Todos os registros produzidos pelos alunos foram objetos de análise e interpretação, sendo o principal deles a correção da atividade⁹, esta constituindo-se, sob o aspecto da

⁹ Esta atividade é, na verdade, um Roteiro de Atividades que contempla o passo a passo das etapas de condução para os alunos.

abordagem cognitiva, não somente uma atividade “solta”, mas com etapas que foram seguidas pelos aprendentes. O desenho da pesquisa encontra-se no Quadro 2:

Pré-teste
Respondido individualmente
Aulas e discussão dos temas/assuntos tratados
Realizados coletivamente
Atividade Aplicando Estatística a Dados Astronômicos (Astroestatística)
Realizada em duplas ou trios (apenas um trio)
11 duplas e um trio
Total: 25 alunos

Quadro 2. Desenho metodológico da Pesquisa para a Atividade *Astroestatística*.

Ao todo foram cinco encontros presenciais: apresentação, aplicação de pré-teste, aplicação da atividade, duas aulas presenciais e teóricas que abordaram a apresentação do *software* Aladin, filtros, brilho e magnitude de estrelas e observações e dados astronômicos.

Encontros presenciais e seus objetivos

Nesta pesquisa, o que denominamos de “encontro formal” foram aqueles destinados especificamente para a atividade, incluindo aplicação do pré-teste, aulas e discussões teóricas (Figura 5). Os demais encontros, explicação dos assuntos, revisão e metodologia empregada em sala de aula e outros momentos não foram considerados “formais”, por esta razão não constam na metodologia.

Inicialmente, no primeiro encontro formal a professora informou aos alunos sobre a atividade e os passos que seriam dados até a aplicação da mesma. Neste momento foi feita uma revisão dos conceitos de Estatística que seriam utilizados na atividade. Neste primeiro momento foi feita uma preleção do trabalho, explicando aos discentes se tratar de trabalho de pesquisa.

No segundo encontro formal foi aplicado o pré-teste. Neste momento, muitos alunos comentaram a respeito do tema e assumiram desconhecer quase todas as respostas para o mesmo. Houve uma breve discussão a respeito de temas e os alunos puderam tirar algumas dúvidas.

No terceiro encontro formal os pesquisadores apresentaram alguns conceitos relativos a dados astronômicos. Os alunos fizeram pesquisas *on-line* a respeito do que estava sendo abordado em sala referente ao assunto. Uma discussão foi realizada em grupos. Após este momento, foram apresentados o *Aladin* e o *VO-Stat* e suas respectivas funcionalidades para a pesquisa.

Já no quarto encontro formal, uma aula sobre os conceitos relativos a dados astronômicos foi ministrada. Os conceitos versaram sobre o que foi cobrado na atividade.

Por fim, no quinto encontro formal foi aplicada a Atividade *Astroestatística*. A aplicação das questões durou em média duas horas e trinta minutos (três horas-aula, pois na instituição em questão 1 h/a equivale a 50 minutos).

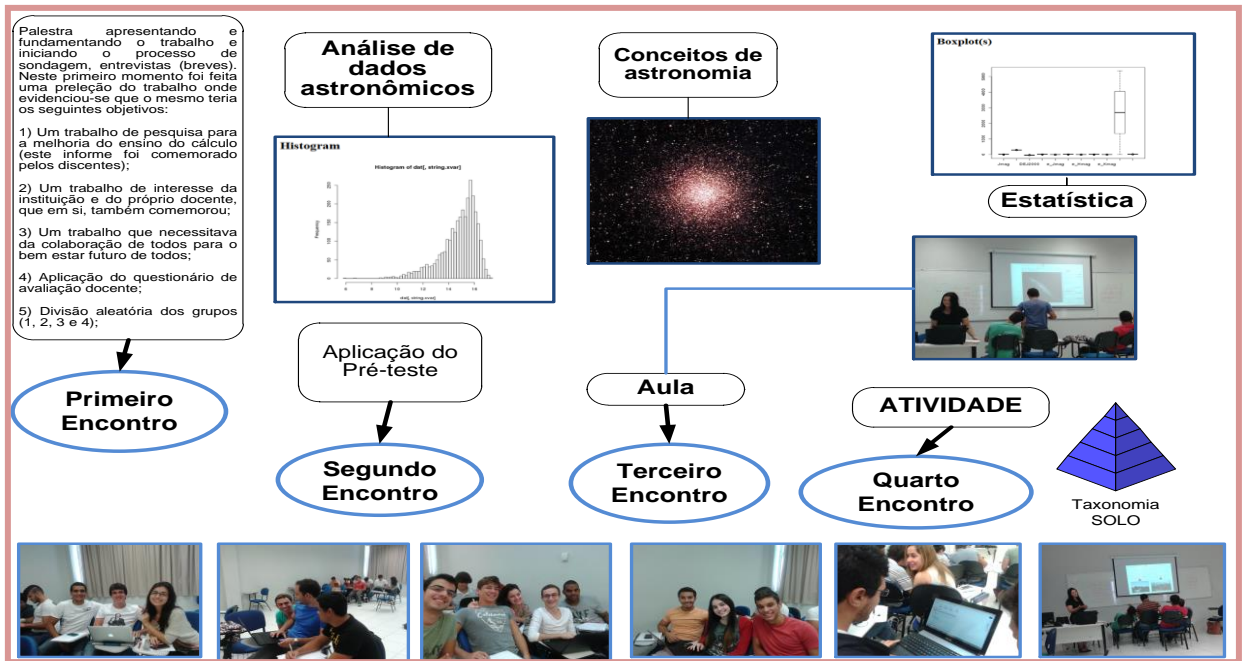


Figura 5. Resumo da metodologia aplicada com ilustrações para a Atividade 3.

Muitos alunos responderam nos seus próprios computadores a atividade, supervisionados pela professora e um auxiliar para evitar que os mesmos utilizassem a internet para pesquisa ou fizessem contato com os demais colegas.

Aplicação da Atividade *Astroestatística*

No que tange às observações e ao áudio gravado, os comentários mais frequentes do pré-teste referiam-se a não saber sobre o conteúdo e, mesmo tendo sido explicado que os mesmos não precisariam se preocupar e que não valia nota, os alunos demonstraram preocupação e assumiram desconhecer quase todo o conteúdo ali abordado.

Um dos alunos afirmou: “*Eu não sei nada, professora. Como vou responder?*”. Outro ainda indagou: “*Isso vale nota? E se eu zerar?*”. Além dessas, muitas perguntas referentes às consequências a respeito de fato de desconhecem os temas foram o foco da preocupação dos alunos, muito embora a professora tenha repetido diversas vezes que o pré-teste não fazia parte das atividades ditas oficiais na instituição.

Houve uma diferença explícita entre os comentários do pré-teste e da atividade final, denominada *Astroestatística*. Nesta última, eles mostravam-se excepcionalmente mais confiantes, até mesmo discutindo o conteúdo num “tom” de disputa saudável entre os membros da mesma dupla (ou trio). Quando discordavam tentavam persuadir a professora a responder quem estava com a razão. Ao saberem que a professora/pesquisadora não podia intervir naquele processo, alguns insistiam, outros diziam algo do tipo: “*ela não quer dizer que estou certo(a), mas estou*”.

No que se refere à correção das respostas dadas pelos alunos na Atividade, interessou-nos menos a quantidade de acertos dos sujeitos e mais os processos de pensamento que levaram a uma determinada resposta, fosse ela considerada certa ou errada (TÔRRES, 2002). Ou seja, a resposta dada foi tomada como um dos indícios para a compreensão do processo que a gerou, uma vez que se partiu do pressuposto segundo o qual, o erro pode revelar um processo mais sofisticado de raciocínio que uma resposta correta (CARRAHER, 1989). Além disso, e como

já mencionado, o uso da categorização das respostas via taxonomia SOLO, nos permitiu estabelecer um paralelo entre o que o aluno tinha potencial para aprender e o que ele de fato aprendeu.

A partir das respostas do pré-teste e utilizando-nos, posteriormente da categorização das respostas, foi possível comparar os níveis de significância das respostas, bem como do desenvolvimento cognitivo dos aprendizes. Se não de maneira completa, ao menos com um diagnóstico salutar.

Nas justificativas dadas pelo sujeito e nas verbalizações formuladas enquanto este respondia as questões, buscamos também compreender as relações que o discente estabeleceu entre os elementos do Roteiro (Atividade), bem como conduzi-lo a refletir sobre as questões e a forma adotada para sua resposta (LIMA, 2015).

Resultados e discussão

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação da atividade, acompanhados de uma discussão dos resultados analisados no pré-teste e no questionário final, além de demais comentários que consideramos relevantes.

Ainda que buscássemos basear-nos em pistas verbais e/ou gestuais, fornecidas pelos alunos, na tentativa de acompanhar e reconstruir os processos de construção dos esquemas, não deixamos de considerar que os mesmos, possivelmente, tivessem dificuldade em explicitar escrita ou verbalmente, com maior ou menor grau de clareza, a estratégia na escrita da resposta, mesmo que fossem capazes de respondê-la corretamente (TÔRRES, 2002). No entanto, a análise das respostas à atividade nos fez chegar à conclusão de que os alunos compreenderam, de maneira geral, os conceitos que foram tratados, além de se sentirem impelidos a buscar mais informações.

Análise e interpretação das respostas do pré-teste

Os resultados concernentes às questões 1 a 5 estão descritos nas Tabelas 2 a.6. Na questão 3 (Tabela 4), percebe-se muito claramente que, embora quatro alunos tenham indicado o *Aladin*, eles o fizeram porque a professora comentou rapidamente sobre o *software* afim de prepará-los para a atividade. Assim, eles lembraram que o *Aladin* está associado à leitura de dados astronômicos.

Tabela 2. Pré-teste, questão 1: “Os dados de observações astronômicas estão disponíveis ao grande público? Se sim, você saberia indicar sua localização?”.

Respondeu “NÃO”	Respondeu “SIM”, mas não soube justificar	Respondeu “SIM”, mas incorretamente	Respondeu “SIM” e justificou corretamente	Respondeu “não sei”.
3	8	9	2	3

Fonte: Autores.

Respondeu “NÃO”	Respondeu “SIM”	Resposta não adequada ou descontextualizada	Respondeu “não sei”.
------------------------	-----------------	---	----------------------

13	6	5	1
----	---	---	---

Tabela 3. Pré-teste, questão 2: “Você acha que apenas astrônomos profissionais podem fazer o uso desses dados e imagens mesmo em atividades simples?”.

Respondeu “NÃO”	Citou o Aladin	Citou outro software	Citou outro que não seja de dados astronômicos
15	4	1	5

Tabela 4. Pré-teste, questão 3: “Você sabe indicar programas para fazer a leitura de imagens e dados astronômicos?”.

Na questão 4 (Tabela 5), os alunos ou desconhecem qualquer *software* ou conhecem o *Excell*, embora não soubessem utilizar o *software* antes da atividade. Nenhum aluno respondeu adequadamente a questão 5 (Tabela 6). Isso mostra que os aprendizes desconhecem conceitos relacionados ao espectro eletromagnético. Após o questionário prévio, passamos a trabalhar alguns conceitos referentes aos dados astronômicos e a fazermos um paralelo com a disciplina *Fundamentos de Estatística*.

Citou VOStat	Citou o Excell	Desconhece qualquer software
1	15	9

Tabela 5. Pré-teste, questão 4: “Qual programa(s) de análise estatística você conhece?”.

Respondeu corretamente	Resposta inadequada ou descontextualizada	Resposta: “não sei”
0	13	12

Tabela 6. Pré-teste, questão 5: “Em relação ao espectro eletromagnético*, para qual região do espectro você acredita que tenha observações astronômicas?”.

Análise e interpretação das respostas do Questionário Final

A atividade tem 16 questões, sendo dividida em duas partes: i) Aprendendo a manipular imagens com o *Aladin*; ii) Aplicando conhecimentos de Estatística com imagens do *Aladin*.

Na primeira, os estudantes acessaram com o *Aladin* a imagem no óptico (*DSS*¹⁰) do aglomerado globular M55, e obtiveram os dados do catálogo de fontes pontuais do *2MASS*¹¹ no infravermelho. Salvaram em um arquivo no formato que pode ser lido pelo *VOStat*. Na segunda etapa, os estudantes fizeram uso de alguns conceitos estatísticos para a análise.

As análises das respostas foram baseadas nos cinco níveis da taxonomia SOLO: Pré-estrutural (P), Uni-estrutural (U), Multi-estrutural (M), Relacional (R) e Abstrato estendido (A). O Gráfico 1 mostra a distribuição das respostas dos alunos por nível.

¹⁰ https://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form

¹¹ <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?II/246>

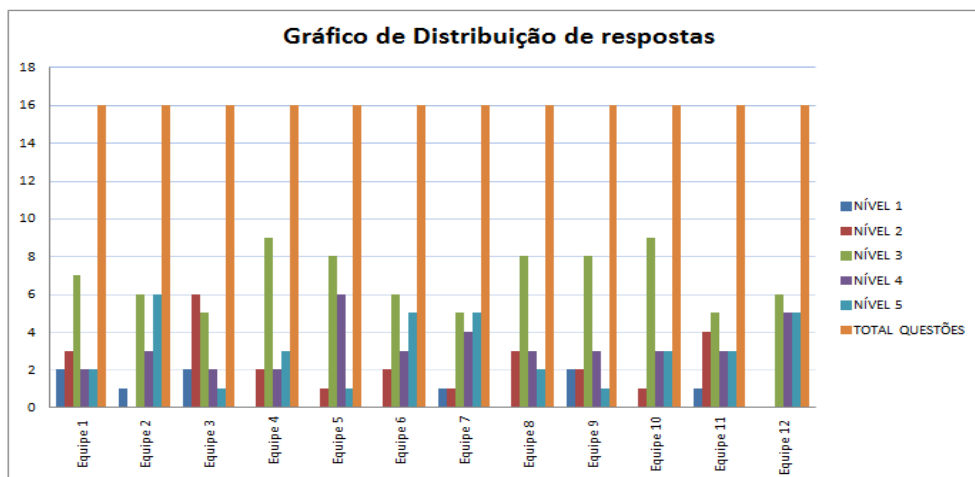


Gráfico 1. Distribuição de respostas em níveis por equipes.

Os níveis a que se refere o Gráfico são os da taxonomia SOLO. Assim, é possível notar que foi no nível 3, que ocorreu a maior abrangência das respostas. No entanto, os níveis 1 e 2, que retratam pouco ou nenhum conhecimento quase não aparecem aqui. O maior percentual de alunos teve suas respostas categorizadas nos níveis 3, 4 e 5, demonstrando uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados na atividade.

Referentes às partes 1 e 2, na primeira houve um maior número de acertos. Isso demonstra houve um crescimento considerável referente à aquisição dos conceitos estatísticos se compararmos aos resultados do pré-teste. Na parte 2, onde os conceitos estatísticos e suas análises estavam relacionados com de Astronomia, houve um desempenho inferior à parte 1. No entanto, no geral, os alunos apresentaram bom conhecimento, explicado pelo crescimento cognitivo dos aprendizes ao compararmos os conceitos antes e depois da atividade.

Após a análise conclui-se, portanto, que as equipes estavam preparadas para responder as questões, já que em sua maioria, tiveram suas respostas classificadas entre os níveis 3 e 5. É importante frisar que o número de questões classificadas no nível 4 chegaram a ser quase iguais ao mesmo número de questões classificadas no nível 5. Isto mostra que houve aprendizagem dos conceitos tratados e que asserções de valor foram construídas em suas estruturas cognitivas, com um nível bom, muito bom e altamente satisfatório.

Algumas respostas estão descritas abaixo com sua hierarquização e comentários. Pelo fato de terem sido corrigidas pelo viés taxonômico, a análise geral está demonstrada por meio dos gráficos e tabelas.

Resposta 1: *“As estrelas que antes não podiam ser vistas a olho nu aparecem devido ao filtro infravermelho”.*

Resposta 2: *“Ao colocarmos o filtro no infravermelho, aparecem as estrelas mais distantes, que não eram vistas no DSS sem ele.”.*

Resposta 3: *“Essa imagem representa o aglomerado globular M55. As estrelas podem ser vistas tanto na região do visível como na região de radiação infravermelha (de menor frequência)”.*

Resposta 4: *“Nesta etapa as estrelas da constelação M55 são destacadas por pontos vermelhos.”.*

As respostas 1 e 2 foram classificadas no nível Relacional (R), uma vez que as duplas responderam corretamente, mas a resposta 3 foi ainda mais completa e mais próxima da resposta que seria dada por um astrônomo profissional, por exemplo. Assim, ela foi classificada no nível A. Já a resposta 4, foi categorizada como estando no nível mais primário (P), pois os alunos não demonstraram qualquer asserção de valor, além de não saberem que se trata de um aglomerado globular, que foi explicado e exemplificado pela pesquisadora.

A questão 3 perguntou: *“Por qual razão observamos mais estrelas no infravermelho do que em comprimentos de onda da faixa do visível (DSS - Digital Sky Survey) do espectro eletromagnético?”*.

Uma das duplas respondeu: *“É possível perceber que as estrelas emitem luz que é a forma pela qual as ondas eletromagnéticas se propagam no espaço. Se os fótons (partículas que formam a luz) têm comprimentos de onda do espectro visível, ao tentarem atravessar uma nuvem gasosa seriam em sua maioria absorvidos pela nuvem. Isso explica por que as nebulosas são semelhantes a véus que escondem a sua luz visível formada pelas as estrelas por trás delas. Já, os fótons que têm comprimento de onda do infravermelho, têm um comprimento de onda maior, são mais difíceis de serem absorvidos e atravessam a nebulosa. Portanto, olhando para o infravermelho com telescópios, é possível ver as estrelas através da poeira e gás interestelar”*.

Esta resposta foi considerada totalmente satisfatória (nível A, ou abstrato estendido), uma vez que traz comentários pertinentes e responde à pergunta. Os alunos demonstraram o entendimento do assunto.

Já os alunos que responderam *“Observamos uma maior quantidade de estrelas, pois a luz refletida por essas estrelas mais distantes viaja em uma frequência menor do que o DSS consegue perceber, logo a imagem do infravermelho faz com que o DSS perceba essas estrelas.”* tiveram seus argumentos classificados com nível U, pois, embora o foco seja correto, eles obtiveram poucas informações dos dados e a resposta ficou inconsistente.

Outra resposta encontrada para a questão 3 foi: *“Porque nós humanos possuímos uma limitação na visão, logo enxergamos até alguns espectros e apenas algumas estrelas são vistas, pois o espectro é mais abrangente, aumentando assim a faixa de ondas visíveis”*. Ela foi categorizada como estando no nível M (multiestrutural), uma vez que os alunos se valeram de características relevantes e corretas, embora estas não se integrem corretamente. Algumas inconsistências foram verificadas.

Para a questão 4, que perguntava por qual razão haviam pontos vermelhos sem imagem de contrapartida, escolhemos duas respostas distintas de equipes. Uma delas afirmou que *“o fato de existir estrelas que brilhem com a luz cujo comprimento de onda se compreende na faixa do infravermelho”*. A Tabela 7 resume os resultados.

A equipe 12 apresentou melhor desempenho, tendo todas as respostas entre os níveis 3 e 5, portanto sendo a equipe mais bem preparada para responder as questões. Por outro lado, a equipe 3 foi a que teve pior resultado entre todas, com 12 questões nos níveis 1 - 3 (sendo 6 no nível 2, o que faz esta equipe ser a com menor classificação) e 7 questões dos níveis 3-5, uma das questões não foi respondida pela equipe deixando com uma classificação ainda mais baixa.

Em um total de 16 questões respondidas para cada uma das 12 equipes, tivemos um total de 192 questões analisadas. O Gráfico 3 ilustra melhor, em termos percentuais, a abrangência de cada nível da taxonomia SOLO referente às correções das atividades por equipe.

DISTRIBUIÇÃO DAS QUESTÕES POR NÍVEIS E POR EQUIPES						
	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4	NÍVEL 5	TOTAL QUESTÕES
Equipe 1	2	3	7	2	2	16
Equipe 2	1	0	6	3	6	16
Equipe 3	2	6	5	2	1	16
Equipe 4	0	2	9	2	3	16
Equipe 5	0	1	8	6	1	16
Equipe 6	0	2	6	3	5	16
Equipe 7	1	1	5	4	5	16
Equipe 8	0	3	8	3	2	16
Equipe 9	2	2	8	3	1	16
Equipe 10	0	1	9	3	3	16
Equipe 11	1	4	5	3	3	16
Equipe 12	0	0	6	5	5	16
TOTAL GERAL	9	25	82	39	37	192

Quadro 3. Tabela de distribuição das respostas da avaliação aplicada aos alunos da IES distribuída por níveis e por equipes.

Nota-se que 17,7% das respostas nos níveis 1 e 2, enquanto que 82,3% das respostas foram categorizadas entre os níveis de bom a excelente desempenho que resumem os parâmetros da taxonomia na análise das correções.

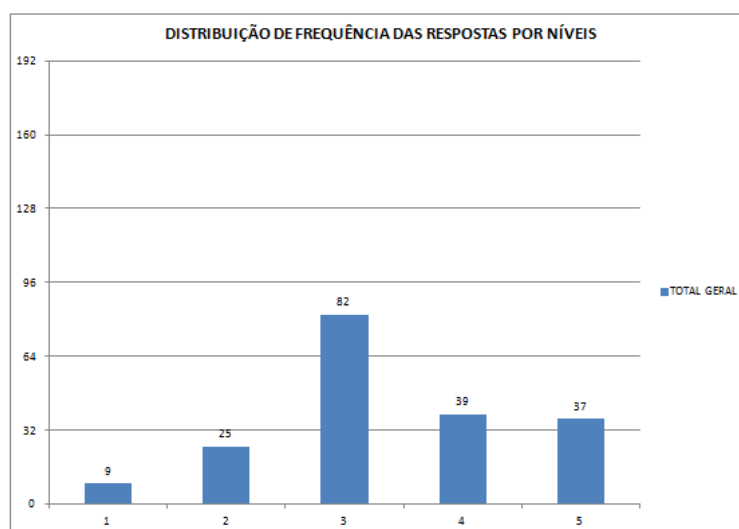


Gráfico 2. Distribuição de frequência das respostas da avaliação.

Uma observação importante é que nas questões 9, 13 e 15, que abordam conhecimentos de estatística atrelados aos de Astronomia e pediam correlações bastante específicas, todos os alunos buscaram respondê-las, de modo que nenhum grupo a deixou em branco.

Os alunos que participaram desta atividade mostraram que os conceitos de Astronomia foram bem compreendidos, bem como os de Estatística, ainda que se observe que, em termos de interdisciplinaridade dos conteúdos, ainda haja alguma dificuldade, mesmo com resultados bastante satisfatórios como os encontrados nesta atividade.

No Gráfico 2 vemos que mais de 80% dos alunos tiveram suas respostas categorizadas entre M e A, ou seja, entre respostas com características relevantes e corretas, mas com algumas possíveis inconsistências e respostas com características mais abstratas e que demonstram um novo e elevado modo de operação.

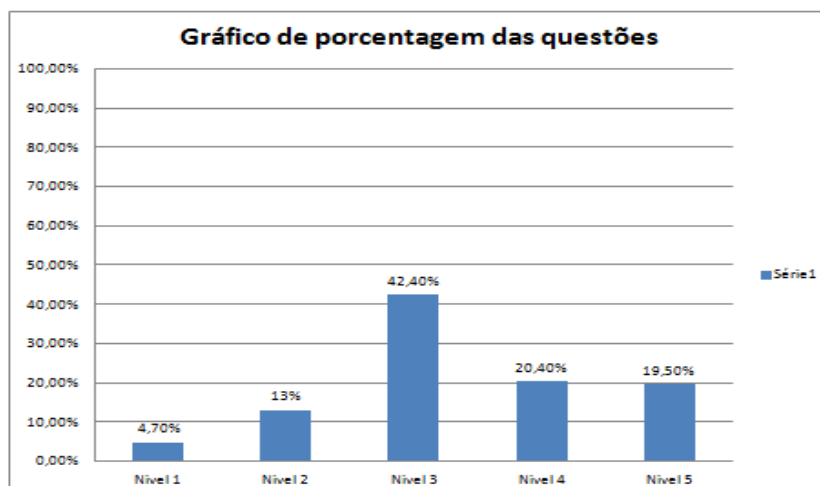


Gráfico 3. Distribuição de frequência das respostas da avaliação.

O Gráfico 4 mostra o resumo dos resultados examinados segundo a taxonomia SOLO, por questão e por nível. No eixo horizontal se encontram as numerações referentes às questões contidas na Atividade. Os níveis descritos na taxonomia SOLO encontram-se representados pelas cores, sendo cada um associado a um nível.

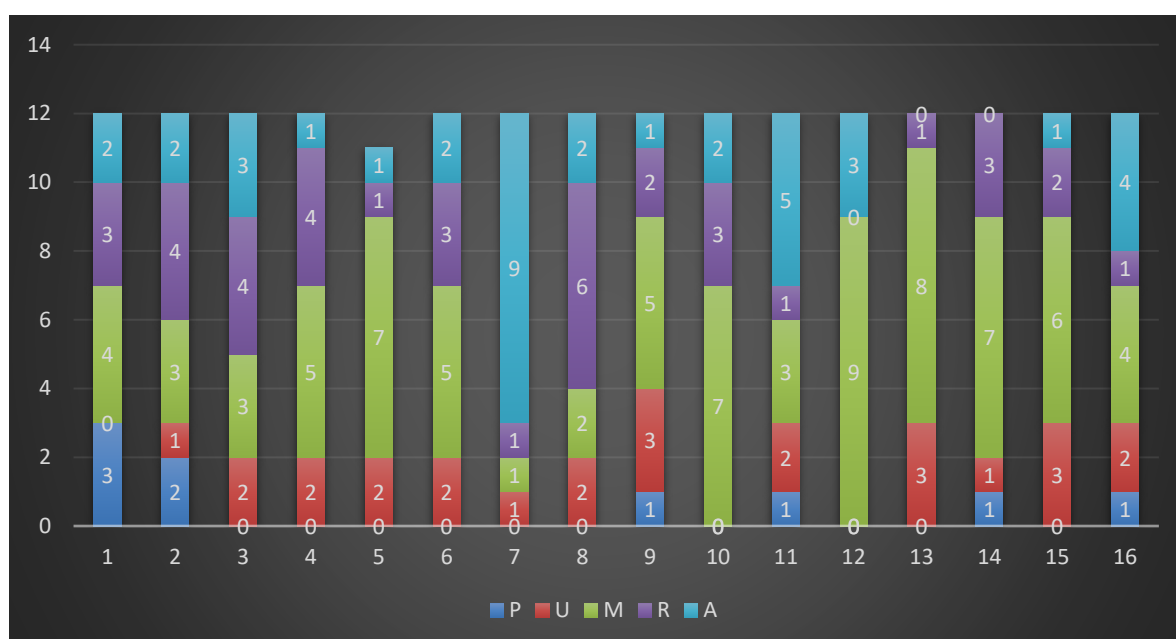


Gráfico 4. Níveis taxonômicos (P,U,M,R,A) por equipe e por questão.

Este gráfico mostra que a maior parte dos alunos teve suas respostas concentradas nos níveis M, R e A, sendo que a maioria se concentrou no nível M (verde). Em contrapartida, uma menor quantidade de respostas se concentrou nos níveis 1 e 2, estes menos satisfatórios no que tange à aprendizagem. Isso já foi comentado, mas por questão de relevância e importância dos resultados, estão aqui repetidos.

Nota-se que, como já dito anteriormente, as equipes apresentaram um grau satisfatório de conhecimento, levando em conta o fato de terem tido seu primeiro contato com o Aladin. Além disso, os grupos foram apresentados aos conceitos referentes a dados astronômicos pela primeira vez e tiveram que elencar conceitos da disciplina de Estatística aos de dados astronômicos.

Se compararmos ao conhecimento que estes mesmos alunos apresentaram no pré-teste, nota-se que os conceitos, os subsunçores, antes inexistentes na estrutura cognitiva dos mesmos foram construídos, uma vez que a correção da atividade procurou mensurar a aquisição dos conceitos por parte dos estudantes.

A questão 1 teve no resultado das correções, um equilíbrio entre os níveis M, R e A, enquanto que a questão 12 teve maior abrangência de resultados no nível M e em seguida, nível A, sem respostas nos níveis P, U ou R. A primeira avaliava a utilização do Aladin e de visualização de objetos celestes com filtros. Já a segunda, tentou verificar um conceito teórico, mais especificamente sobre coordenadas celestes. Para verificação de conteúdos em cada questão e sua análise, o Apêndice 3 traz a atividade e os gráficos o resultado das análises das respostas sob distintos pontos de vista.

Em comparação ao pré-teste a análise estatística dos dados nos mostra que houve um crescimento no que tange a aquisição de conceitos por parte dos alunos nesta atividade.

Comentários finais

Considerando-se as asserções de conteúdo apresentadas pelos alunos. É importante salientar que as análises gráficas são imprescindíveis na correção por este viés, enquanto que os comentários foram feitos apenas a título de informação secundária para as questões 1 a 4.

A análise dos resultados nos permite afirmar que houve um ganho na qualidade do processo de conceitualização por parte dos aprendizes participantes desta fase da pesquisa, embora não possamos afirmar que tenha havido a construção de subsunçores relativos aos conceitos tratados, pela própria natureza deste elemento que é intrínseco à estrutura cognitiva do aprendente.

O fato de terem podido aprender conceitos relativos a dados e imagens astronômicas, utilizando um *software* específico e podendo verificar e corroborar conteúdos de Estatística, os fez, segundo comentários de alguns deles, “*pensar muito e executar muitas tarefas ao mesmo tempo*”, mas também, “*se sentirem produtivos e confiantes*”.

Após os pesquisadores solicitarem que os participantes comentassem a atividade de modo geral, suas impressões, angústias, sentimentos e o que mais quisessem, um aluno respondeu:

“No início eu achei que seria muito chato. Depois eu fiquei com medo quando você começou a falar daquelas paradas de brilho, jmag, ascensão reta, declinação etc, mas quando a gente viu aplicado lá no Aladin, eu vi que é maneiro”.

Outro depoimento que nos chamou a atenção foi o da aluna Camila: “*com essa atividade, prof, eu pude ver que a gente tem mesmo que fazer mais atividades assim, porque no dia-a-dia de nossa vida de engenheiro, a gente vai ter que fazer dessa maneira, vai ter que pensar em várias coisas ao mesmo tempo e trabalhar com coisas novas. A diferença é que lá a gente já vai ter que mostrar que sabe e aqui a gente pode tirar dúvida. Também foi massa estudar as imagens e trabalhar com elas e saber que elas estão disponíveis*”.

De modo geral os comentários dos alunos foram positivos. Eles consideraram que o aprendizado dos conceitos de astronomia atrelados à disciplina de Estatística forneceram um ganho, não somente conceitual, mas de fomento ao aprendizado de outros conceitos e a possibilidade de aplicar o conteúdo de uma disciplina a outras áreas. Também salientaram um interesse maior por tais conceitos, a partir desta atividade. Dois alunos também afirmaram ter utilizado imagens obtidas do *Aladin* para postarem em suas redes sociais.

Sob uma perspectiva educacional, consideramos que a aplicação de conceitos astronômicos, relacionados aos de disciplinas constantes das diretrizes curriculares para o ensino superior, podem contribuir para a ampliação de pesquisas com este viés e promovem o interesse, além de possibilitarem a popularização da ciência.

Referências

AMÔRES, Eduardo Brescansin de. ALEMAN, Isabel Guerra. Observatórios Virtuais - Atividade: **Galáxias - Tipos e Classificação**. São Paulo, IAG-USP, 2002. Acesso: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>

AMÔRES, Eduardo Brescansin de. **Medição de Brilho das Estrelas** - técnicas fotométricas. São Paulo, IAG-USP, 2003. Acesso: <http://www.telescopiosnaescola.pro.r/>

BIGGS, J.; COLLIS, K. **Evaluating the quality of learning**: the SOLO taxonomy. New York: Academic Press, 1982.

CARRAHER, T.N. (1989). **O método clínico: Usando os exames de Piaget**. São Paulo: Cortez.

CHARBONNEAU, Paul. "**Genetic algorithms in astronomy and astrophysics.**" *The Astrophysical Journal Supplement Series*, vol.101, p.309-334 (December 1995).

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

FRIÇA, A. C. S.; PINO, E. Dal.; Jr, L. Sodré.; PEREIRA, V. Jatenco. **Astronomia: Uma Visão Geral**. São Paulo: EDUSP, 2000.

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

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. . 24, n. 1. p.87-111, abr. 2007.

LIMA, Melina Silva de. **Manipulação de imagens astronômicas com o uso Aladin para o ensino de astronomia**. 2015. 224 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

TÔRRES, P. L. **Competências matemáticas de Jovens e adultos em processo de alfabetização**. In: 25a. Reunião Anual de Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2002, Caxambú - MG. Anais da 25a. Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação - Educação: manifestos, lutas e utopias. Caxambú - MG: ANPED, 2002.