

Série Guias Didáticos de Ciências

11

**Sequência Didática para Validação
Geométrica e Científica do Modelo
Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência**

**Leonardo Polese Alves
Eduardo Augusto Moscon Oliveira
Maria Auxiliadora Vilela Paiva**

**Editora Ifes
2013**



Instituto Federal do Espírito Santo

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática

Leonardo Polese Alves

Eduardo Augusto Moscon Oliveira

Maria Auxiliadora Vilela Paiva

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA VALIDAÇÃO GEOMÉTRICA E CIENTÍFICA DO MODELO SISTEMA SOLAR EM ESCALA DA PRAÇA DA CIÊNCIA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Vitória, ES, Brasil

2013

FICHA CATATOGÓFICA

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

A474s Alves, Leonardo Polese.

Sequência didática para validação geométrica e científica do modelo sistema solar em escala da Praça da Ciência / Leonardo Polese Alves, Eduardo Augusto Moscon Oliveira, Maria Auxiliadora Vilela Paiva. – Vitória: Ifes, 2013.

79 p. : il. ; 15 cm. – (Série guias didáticos de ciências ; 11).

ISBN 978-85-8263-021-1

1. Educação. 2. Didática. 2. Ciência – Estudo e ensino. 3. Matemática - Estudo e ensino. 4. Ensino profissional. I. Oliveira, Eduardo Augusto Moscon. II. Paiva, Maria Auxiliadora Vilela. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD: 370

Copyright @ 2013 pelo Instituto Federal do Espírito Santo

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto No. 1825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Observação:

Material Didático Público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico e impresso.

Realização



Apoio





Instituto Federal do Espírito Santo

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática

Leonardo Polese Alves

Eduardo Augusto Moscon Oliveira

Maria Auxiliadora Vilela Paiva

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA VALIDAÇÃO GEOMÉTRICA E CIENTÍFICA DO MODELO SISTEMA SOLAR EM ESCALA DA PRAÇA DA CIÊNCIA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Vitória, ES, Brasil

2013

Editora do Ifes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Avenida Rio Branco, 50, Santa Lúcia

Vitória – Espírito Santo – Cep 29056-255

Tel. (27) 3357-5564

Email: editoraifes@ifes.edu.br

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Avenida Vitória, 1729 – Jucutuquara

Prédio Administrativo, 3º andar, sala do Programa EDUCIMAT

Vitória – Espírito Santo – Cep 29040-780

Comissão Científica

Dra. Manuella Amado Villar, D. Sc. Ifes

Dra. Maylla Brandão dos Anjos, D. Sc. Ifrj

Dr. Braulio, D. Ed. Ifes

Dra. Vilma Reis Terra, D. Sc. Ifes

Coordenação Editorial

Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite

Dra. Maria Alice Ferreira de Souza

Revisão

Leonardo Polese Alves

Fotos (sem especificação de autoria)

Leonardo Polese Alves

Capa e Editoração Eletrônica

Katy Kenyo Ribeiro

Impressão

Gráfica Ifes

Produção e divulgação

Programa EDUCIMAT



Instituto Federal do Espírito Santo

Denio Rebello Arantes

Reitor

Aracelli Verônica Flores Nardy Ribeiro

Pró-Reitora de Ensino

Márcio Almeida Có

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Renato Tannure Rotta de Almeida

Pró-Reitor de Extensão

Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Administração e Orçamento

Ademar Manoel Stange

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional

Diretoria do Campus Vitória do Ifes

Ricardo Paiva

Diretor Geral do Ifes campus Vitória

Hudson Luiz Cogo

Diretor de Ensino

Viviane Azambuja

Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação

Sérgio Zavaris

Diretor de Extensão

Sérgio Kill

Diretor de Administração

CURRÍCULO RESUMIDO DOS AUTORES

Leonardo Polese Alves é professor do Curso Técnico em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) em Vitória desde 1993 e professor de Física no ensino médio do Centro Educacional Charles Darwin em Vitória e Vila Velha desde 1993. É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (1992). É especialista em Educação Profissional Técnica Integrada à Educação Básica de Jovens e Adultos (Proeja) pelo Ifes (2010). Iniciou o curso de mestrado profissional do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes em 2011. Desenvolveu pesquisa com práticas pedagógicas que busca a integração de Ciências e Matemática com disciplinas técnicas no Curso de Geoprocessamento do Ifes Vitória, visando resgatar conteúdos de Ciências e de Matemática e facilitar a apropriação de conhecimentos em disciplinas técnicas desse Curso. Concluiu esse mestrado em 2013.

Eduardo Augusto Moscon Oliveira é professor no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes e professor da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Educação, Departamento de Educação Política e Sociedade. Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia (2006). Mestre em Educação pela UFES (1997). Bacharelado e Licenciatura em História pela UFES (1988). Tem experiência na área de Educação e ciências humanas, com ênfase em Política Educacional, em especial nas seguintes temáticas: Estado e Educação, Município e Educação, Gestão da Educação, Projeto Político Pedagógico, Conselhos Escolares e Cidadania. Trabalha com pesquisas em Políticas Públicas e Gestão da Educação Básica, CTSA e Educação em Ciências. Atua também na interface entre diferentes os processos sociais como: novas tecnologias de informação e comunicação, movimentos sociais, direitos humanos e cidadania.

Maria Auxiliadora Vilela Paiva é professora aposentada da UFES e atualmente atua no programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes e integra a equipe de coordenação da Especialização Proeja na modalidade de ensino a distância. Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo (1972), mestrado em Matemática pela Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (1980) e doutorado em Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1999). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente na formação de professor, ensino-aprendizagem da Matemática e resolução de problemas.

Ao Programa EDUCIMAT do Ifes,
aos nossos familiares e amigos,
à Praça da Ciência da Prefeitura Municipal de Vitória
e seus profissionais (diretora, professoras, monitores e vigilantes),
e principalmente, aos alunos do Curso
Técnico em Geoprocessamento do Ifes Vitória,
que aprendem e trabalham para transformar
esse mundo em um mundo melhor.

“Educar para um outro mundo possível é fazer da educação, tanto formal quanto não formal, um espaço de formação crítica e não apenas de formação de mão-de-obra para o mercado; (...) é educar para mudar radicalmente nossa maneira de produzir e de reproduzir nossa existência no planeta; (...)”

(Moacir Gadotti)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
ENTENDENDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA	22
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA VALIDAÇÃO GEOMÉTRICA E CIENTÍFICA DO MODELO SISTEMA SOLAR EM ESCALA DA PRAÇA DA CIÊNCIA	26
Gênese da ideia dessa sequência didática	26
Estruturando a ideia inicial da sequência didática	27
Detalhando a ideia inicial dessa sequência didática	31
Aplicando a sequência didática pela primeira vez.....	39
Aplicando 1 ^a vez e os resultados da turma N18 de 2012/1	45
Aplicando 1 ^a vez e as conclusões do professor	49
Reestruturando essa sequência didática	51
Nova versão para a sequência didática.....	53
Aplicando a sequência didática pela segunda vez.....	61
Aplicando 2 ^a vez e os resultados da turma N20 de 2012/2	63
Aplicando a sequência didática pela terceira vez.....	65
Aplicando 3 ^a vez e os resultados da turma N17 de 2013/1	67
Validação da sequência didática pelos professores	68
Ampliando essa sequência didática	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77

APRESENTAÇÃO

A história da educação brasileira mostra que nossa educação é marcada pela dualidade estrutural, ou seja, pela existência de dois tipos distintos de escola para classes sociais diferentes (KUENZER, 2005). Para a pequena parte da população que detém a hegemonia econômica, política e cultural, é oferecida uma educação básica propedêutica que facilita o ingresso nos melhores cursos universitários. Para a grande maioria é oferecida uma educação básica precária, sem prosseguimento nos estudos ou uma educação profissional em cursos técnicos e, recentemente, em cursos superiores de tecnologia.

A existência dessas duas escolas, a primeira para os filhos da elite e a segunda para os filhos dos trabalhadores, é denominada de dualidade escolar. Essa histórica estrutura dual tende a diminuir com a aproximação e integração da educação básica com a educação profissional.

A educação profissional precisa desenvolver a habilidade técnica apoiada em teorias relacionadas ou como afirma Marise Ramos (2005, p.111), é preciso “teorizar as atividades práticas, buscando-se em certa medida, suas bases científicas, o que levou à aproximação da formação técnica com as ciências da formação geral.”

Este Guia Didático é o resultado da pesquisa “Uma Proposta de Integração de Ciências e Matemática com Disciplinas Técnicas no Curso de Geoprocessamento”, realizada nos anos 2012 e 2013, no Curso Técnico em Geoprocessamento do Ifes Vitória. O Curso demanda pré-requisitos de Ciências e Matemática e muitos alunos terminaram a educação básica e começaram o Curso de Geoprocessamento, sem se apropriarem de conteúdos de Ciências e Matemática, como mostram os resultados do PISA no Brasil, do PAEBES no Espírito Santo e dos Processos Seletivos do Ifes para o Curso de Geoprocessamento. Esses baixos níveis de conhecimentos científicos e matemáticos têm interferido na apropriação de conhecimentos técnicos do Geoprocessamento. A partir das ideias pedagógicas sobre os tipos de conteúdos, foi

desenvolvida uma sequência didática (SD) para trabalhar os conteúdos científicos e matemáticos, definidos pelos professores do Curso como fundamentais, de forma integrada aos conteúdos técnicos das disciplinas do primeiro período. A SD utilizou a metodologia de ensino por investigação e promoveu discussões no sentido de favorecer a educação científica.

Os resultados da pesquisa mostraram que os professores validaram a proposta, que os alunos apontaram mais aspectos positivos do que negativos após a aplicação da SD e que há evidências de que o aluno consegue, por ele mesmo ou na interação com os colegas ou com os professores, relacionar ou conectar os conteúdos de Ciências e Matemática com conteúdos e conhecimento das disciplinas técnicas do Geoprocessamento. No entanto, esses tipos de práticas pedagógicas ainda não fazem parte da cultura escolar.

O Guia 11, da Série Guias Didáticos de Ciências, denominado “Sequência Didática para Validação Geométrica e Científica do Modelo Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência” é o produto final da pesquisa de mestrado profissional desenvolvida no Programa Educimat.

O objetivo deste Guia é divulgar e incentivar esses tipos de práticas pedagógicas. A princípio, apresenta uma breve introdução sobre os fundamentos teóricos desta atividade e sobre sequência didática. Depois, detalha a SD, a ideia inicial, sua evolução, a utilização em três turmas distintas e os resultados das turmas, algumas versões da SD, a validação pelos pares de professores e outra SD oriunda desta.

Vitória (ES), 21 de novembro de 2013.

Leonardo Polese Alves

Eduardo Augusto Moscon de Oliveira

Maria Auxiliadora Vilela Paiva

INTRODUÇÃO

A educação básica deve preparar o cidadão para a vida cidadã, e a educação profissional deve prepará-lo para a vida do trabalho. Tradicionalmente, a educação básica valoriza o saber (conhecer), e a educação profissional valoriza o fazer. O aluno cidadão, que possui conhecimentos, deve aprender a colocá-los em prática na sua vida e na convivência com os outros e com o mundo. Assim como o aluno, o futuro profissional - que sabe fazer - deve aprender a pensar sobre o que faz e sobre as relações do seu fazer com os outros e com o mundo.

Tanto a educação básica como a profissional têm o dever de formar cidadãos e trabalhadores capazes de enfrentar os problemas de seu tempo e espaço. A educação precisa contribuir para que o aluno cidadão seja capaz de mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes ao mesmo tempo, de forma inter-relacionada e eficaz a fim de realizar tarefas ou atuar frente a situações diversas em um determinado contexto da vida cidadã ou do mundo do trabalho (Zabala, 2010).

Existe uma conexão entre educação profissional e educação básica. Conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais ensinados, praticados e aprendidos nos ensinos fundamental e médio serão utilizados na vida e na educação profissional. A legislação brasileira recente recomenda essa conexão. Segundo a Constituição Federal de 1988, a educação deve visar “ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (artigo 205). De acordo com o parágrafo 2º do artigo 1º da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, “A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.”

O ensino médio, etapa final da educação básica, tem valorizado a memorização dos conteúdos factuais em detrimento do ensino e da aprendizagem de todos os tipos de conteúdos. O aluno precisa dominar linguagens e conhecer fenômenos científicos, mas precisa também observar o seu cotidiano, o mundo ao seu redor e o que o interessa,

relacionando com o conhecimento científico. Dessa forma, poderá enfrentar situações-problema da vida e do mundo do trabalho, propor, avaliar e questionar argumentos ou soluções para essas situações.

Se o ensino médio se preocupa com a cidadania, com o prosseguimento dos estudos e com uma preparação básica para o trabalho, a parte de educação profissional deve preparar o cidadão para atuar em áreas específicas do mundo do trabalho.

Além de habilidades e atitudes, a educação profissional demanda conhecimentos técnicos e científicos específicos que os alunos adquiriram na educação básica, para que continuem seu desenvolvimento na educação profissional.

A integração entre a educação profissional a educação científica e matemática é um dos fundamentos epistemológicos dessa sequência didática.

As metodologias tradicionais de ensino, como a aula expositiva, têm suas atividades centradas no professor. A transmissão de conteúdos pelo professor, a recepção e acumulação desses conteúdos pelos alunos, denominada por Paulo Freire de educação bancária, ainda é muito utilizada nas salas de aula brasileiras.

O ensino de Ciências e Matemática precisa de utilizar outros métodos de ensino, deslocando o foco ou centro do professor para o aluno, de modo que se tenha um aluno mais ativo, participativo e sujeito da sua aprendizagem.

A atividade de caráter investigativo é uma estratégia ou metodologia de ensino centrada no aluno, possibilitando-lhe o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de decidir, experimentar, avaliar e resolver problemas, assim como a apropriação de conteúdos de Ciências e Matemática.

O ensino que utiliza essa metodologia é chamado de ensino por investigação, e uma aula, que promove um ambiente de investigação, é denominada de aula investigativa. A utilização de atividades investigativas nas aulas é uma das perspectivas de trabalho

pedagógico em que o professor realiza um ensino significativo de Ciências, Matemática ou outra disciplina. Como estão centradas no aluno, as atividades investigativas desempenham importante papel na construção e apropriação de conhecimento.

Aprender a investigar envolve aprender a observar, questionar, levantar hipóteses, planejar, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico. Contudo, essas habilidades não precisam ser trabalhadas simultaneamente, de uma vez só ou numa única atividade.

A atividade de investigação é diferente da investigação científica. Segundo Maria Cristina Azevedo (2004, p. 21)

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Portanto, a atividade investigativa deve ter fundamento e sentido para o aluno, ou seja, o aluno deve saber o quê e o por quê está investigando a situação ou o fenômeno.

Para Bachelard (1996, p. 18), “todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.”

Havendo uma questão ou necessidade de se buscar uma resposta, solução ou explicação, o conhecimento tem mais significado e facilita a cognição. A curiosidade e o questionamento são aspectos importantes para aprendizagem significativa em Ciências, Matemática e em outras áreas do conhecimento.

Uma investigação tem sentido ao existir algo que se queira conhecer ou ao existir uma questão sem resposta. O sujeito que aprende é aquele que está disposto a atribuir

significados ao mundo conhecido e desconhecido e a confrontar suas ideias e explicações com as dos outros.

Atividades com situações problematizadoras e questionadoras, atividades com resolução de problemas, atividades que relacionam teoria, prática e pesquisa podem constituir atividades investigativas.

Como essas atividades não estão centradas no professor, ele deixa de agir como transmissor de conhecimento e oportuniza, de modo significativo, a vivência de experiências pelos estudantes, permitindo-lhes a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado.

Segundo Castro et al. (2008), algumas características consideradas importantes nas atividades de caráter investigativo são:

1. Conter um problema. Em essência, o problema é uma pergunta ou questão a respeito de uma situação natural ou não. Não há investigação sem essa questão. Uma das primeiras preocupações do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. E a situação precisa ser considerada um problema pelos alunos, o que implica explorar as ideias que eles têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras ideias, duvidar delas.
2. Desencadear, sempre que possível, debates, discussões, pesquisas, outras atividades experimentais ou não.
3. Propiciar o desenvolvimento da argumentação com rigor conceitual, sustentada por enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa.

4. Motivar e mobilizar os alunos de modo a promover o engajamento deles com o tema em investigação. Situações e problemas com desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar a motivação.
5. Propiciar a experimentação da(s) solução(ões) proposta(s) e a extensão dos resultados encontrados em outras situações similares.

Para as crianças, a vida é um grande experimento ou um imenso conjunto de pequenas experiências. Quando entram na escola, elas continuam curiosas e perguntando ‘por que isso?’, ‘por que aquilo?’, até que nossas escolas começam a reprimir essa curiosidade e a calar nossas crianças. Precisamos fazer o contrário nas escolas, incentivar as perguntas, questionamentos e debates.

O ensino por investigação representa a oportunidade de começar a desmontar o aparelho repressivo da curiosidade que existe dentro das escolas. A escola prepara o cidadão para a vida, mas não consegue dar conta de ensinar as soluções dos problemas que surgirão na vida futura desse cidadão. Ensinar o aluno a investigar e buscar soluções para as situações-problema é muito mais interessante do que transmitir conhecimentos com respostas únicas e inquestionáveis.

Mais do que preparar sujeitos para o mundo do trabalho, a educação profissional deve preparar para desenvolver uma sociedade mais igualitária. Desenvolver conteúdos como atitudes, valores e normas (conteúdos atitudinais) é muito difícil nas metodologias de ensino centradas no professor, enquanto que o ensino por investigação favorece a aprendizagem dos conteúdos atitudinais. A sequência didática que será detalhada, a seguir, utiliza a metodologia do ensino por investigação.

Historicamente, o ensino de Ciências tem sido dogmático, centrado em verdades, com transmissão/recepção de definições e procedimentos e ainda descontextualizado. Esse ensino que distancia o conhecimento científico da vida do cidadão e que caracteriza a

ciência como um produto pronto e inquestionável promove o que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) denominaram de indesejável ciência morta.

A transição da Guerra Fria para a Guerra Tecnológica foi contemporânea do surgimento do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), propondo nova abordagem ao ensino de ciências para reversão do quadro da indesejável ciência morta para uma ciência viva.

Os objetivos do Movimento CTS são: desenvolver uma cidadania responsável (individual e social) para tratar com situações que envolvam ciência e tecnologia; promover o interesse dos educandos em relacionar ciência com utilizações tecnológicas e as situações da vida cotidiana; abordar os aspectos éticos, sociais e ambientais relacionados ao uso da ciência e da tecnologia; compreender a linguagem científica e a natureza do trabalho científico.

De modo geral, o Movimento CTS se preocupa “com a formação para a cidadania, incluindo a capacidade de tomada de decisão por meio de uma abordagem que articule ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a ciência como um processo social, histórico e não dogmático” (TEIXEIRA, 2003). Então, CTS representa a oportunidade de unir a dimensão conceitual do ensino de ciências à dimensão da prática social.

A UNESCO discutiu o ensino de ciências na Conferência Mundial sobre Ciência (Santo Domingo, 1999) e endossou a abordagem CTS na Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico (Budapeste, 1999):

Para que um país tenha a capacidade de atender às necessidades básicas de sua população, a educação em ciência e tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação, os estudantes devem aprender a solucionar problemas específicos e a tratar das necessidades da sociedade através do uso de conhecimentos e técnicas científicas e tecnológicas. [...] Mais do que nunca, é necessário desenvolver e expandir a informação científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, como também a capacidade e as técnicas de raciocínio e a apreciação dos valores éticos, de modo a ampliar a participação pública nos processos decisórios relacionados à aplicação de novos conhecimentos. (UNESCO, 2003)

Hoje é imperativo promover a educação científica em todas as culturas. No Brasil, o analfabetismo científico é um dos grandes problemas nacionais, pois aumenta as desigualdades em nosso país desigual e marginaliza e exclui brasileiros do mundo trabalho. Portanto, a educação científica é uma prioridade nacional.

Alfabetizar significa ensinar ou aprender a ler e escrever uma determinada língua. Mas, para Paulo Freire (1967), a alfabetização é mais do que ter o simples domínio psicológico e procedural das técnicas de ler e escrever. Para ele, a alfabetização é o domínio consciente dessas técnicas, podendo resultar em uma postura interferente do homem sobre seu contexto.

Simplificadamente, pode-se definir a alfabetização científica como dominar e compreender a linguagem das ciências relacionadas aos fenômenos naturais. Apesar de Attico Chassot (2011, p.34) definir a “alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” e defender que o principal objetivo da alfabetização científica é fazer com que a ciência constitua uma linguagem (CHASSOT, 2003), ele amplia sua definição, escrevendo que “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor” (CHASSOT, 2011, p.55).

As ideias de alfabetização científica de Chassot se aproximam do pensamento de Freire. Alfabetizar representa mais do que compreender o significado das palavras, do contexto e do mundo, significa a possibilidade de ação, intervenção ou transformação desse mundo. A alfabetização científica acontecerá quando o ensino de ciências

contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento. (CHASSOT, 2003, p. 99)

O letramento é a tradução da palavra inglesa literacy, significando, segundo Ferreira (2007), o “estado ou condição que assume um indivíduo ou grupo capaz de utilizar-se

da leitura e da escrita, ou exercê-las como instrumento de sua realização e de seu desenvolvimento social e cultural”.

O letramento científico significa ter o domínio da linguagem científica, compreender os fenômenos científicos, utilizar a linguagem e a compreensão dos fenômenos para resolver problemas da vida (cidadã e profissional), argumentar, pesquisar e elaborar propostas de intervenção nas realidades social, econômica, política e ambiental.

Segundo Santos (2007, p. 479), letramento científico “consiste na formação técnica do domínio das linguagens e ferramentas mentais usadas em ciência para o desenvolvimento científico.” O cidadão cientificamente letrado é “capaz de conversar, discutir, ler e escrever coerentemente” sobre temas científicos e tem “a compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade” para “tomar decisões pessoais e coletivas” (SANTOS, 2007, p. 479). Ou seja, o processo de letramento científico abrange o uso social dos conhecimentos científicos.

Enculturação científica é a expressão utilizada para o resultado do ensino de Ciências que possibilite uma apropriação crítica de conceitos, processos e resultados do mundo científico. O uso consciente da ciência no cotidiano significa ter a ciência como cultura. Para que a enculturação científica aconteça, não basta adotar o lema ciência para todos, mas promover a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos, positivos e negativos, nas mais diferentes esferas de sua vida.

A enculturação científica pressupõe a ciência e a tecnologia como parte ativa da cultura. Desenvolvendo a cultura científica, será possível incorporar conhecimentos contemporâneos em ciências e tecnologia (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011), mesmo que o cidadão não frequente a educação escolar. Se ‘fazer ciência’ é para cientista, ‘usar ciência’ é para o cidadão. A cultura científica também exige uma crítica ao cientificismo, doutrina dos que consideram os fazeres científicos sempre como benéficos.

Enquanto a alfabetização e o letramento científico acontecem, principalmente, nos ambientes educacionais formais e não formais, a enculturação científica envolve além desses a divulgação científica e os ambientes informais de educação.

A educação científica escolar deve garantir a alfabetização científica e promover o letramento científico de modo que a cultura científica seja incorporada ao cotidiano dos cidadãos e seja utilizada nas várias esferas de suas vidas: acadêmica, profissional, cidadã.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), os desafios para o ensino de Ciências no Brasil com vista à educação científica são: superação do senso comum pedagógico, Ciência para todos, superação das insuficiências do livro didático, e aproximação entre pesquisa em ensino de Ciências e ensino de Ciências. A pesquisa na área de educação em Ciências levou à formação de grupos de pesquisa interdisciplinares, envolvendo professores-pesquisadores de institutos de Física, Química, Biologia e das faculdades de Educação.

Há intensa atividade de investigação nos cursos de pós-graduação, acumulando um considerável acervo de conhecimento. Investigações sobre as relações professor-alunos, enfatizando vários aspectos do trabalho em laboratório, discussão de problemas e o papel das perguntas em classe, efeito de atividades para aperfeiçoamento de professores na mudança de atitude e aquisição de conhecimentos e o papel dos centros e museus da Ciência são algumas das questões em que os mestrandos e doutorandos vêm trabalhando. (KRASILCHIK, 2000, p. 92)

No entanto, os resultados das pesquisas acadêmicas têm dificuldade de chegar à escola e à sala de aula. Assim como é imprescindível a aproximação da escola com a comunidade, também é fundamental a aproximação dos cientistas e pesquisadores com a escola, pois todos são responsáveis pela educação científica.

A sequência didática, que será detalhada, buscou promover um ambiente favorecedor da educação científica através do ensino por investigação, incentivando questionamentos, debates, discussões, argumentação e decisão.

ENTENDENDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ensinar e aprender são ações tão relacionadas que alguns estudiosos colocam as duas no mesmo termo ensino-aprendizagem. Organizar o ensino de maneira que a aprendizagem seja a mais intensa e significativa possível, é o objetivo principal da didática. Para isso, a didática busca responder às perguntas: ‘por que ensinar?’, ‘o que ensinar?’, ‘para quem ensinar?’, e ‘como se ensinar?’.

Mas, o que ensinar? E o que se deve aprender? A resposta dessas questões nos remete ao elemento mais concreto das ações pedagógicas que são os conteúdos de aprendizagem. No entanto, Zabala lembra que

o termo ‘conteúdos’ normalmente foi utilizado para expressar aquilo que se deve aprender, mas em relação quase exclusiva aos conhecimentos das matérias ou disciplinas clássicas e, habitualmente para aludir àqueles que se expressam no conhecimento de nomes, conceitos, princípios, enunciados e teoremas. (ZABALA, 1998, p.30)

O autor sugere abandonar essa definição restrita do termo ‘conteúdos’ e ampliar a compreensão e utilização de ‘conteúdos’, como sendo “tudo que se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades.” (ZABALA, 1998, p.30)

O conteúdo ou conhecimento mais elementar é o factual, tipo de conteúdo de aprendizagem teórico que comprehende dados como fatos históricos, nomes, datas, definições, etc., e que para aprendê-lo é preciso apenas a memorização.

Segundo Coll (1986, apud ZABALA, 1998), os outros tipos de conteúdos são: conceituais, procedimentais e atitudinais. Tal classificação está relacionada ao tipo de pergunta que se faz para atingir as capacidades propostas nos objetivos educacionais.

O conteúdo conceitual é aquele que responde à pergunta ‘o que se deve saber?’. O conteúdo procedural responde à questão ‘o que se deve saber fazer?’. E o conteúdo atitudinal é o que responde à pergunta ‘o que se deve ser?’.

Os conteúdos conceituais se referem a conceitos e princípios. A aprendizagem desses conteúdos vai além da memorização ou repetição da definição. “Os conceitos e princípios são conteúdos de aprendizagem de caráter abstrato, os quais exigem a compreensão.” (ZABALA, 2010, p.101)

São exemplos de conceitos: escala, projeção, estrela, planeta, modelo, etc. São exemplos de princípios: as leis de Kepler, as leis de Newton, etc. “Não é possível afirmar que se aprendeu um conceito ou princípio se seu significado não foi compreendido.” (ZABALA, 2010, p.101) Os conceitos e princípios são aprendidos quando o aluno é capaz de usá-los “para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação, ou então quando é possível situar os fatos, os objetos ou as situações reais no conceito que os inclui.” (ibid)

Conteúdo procedural é o “tipo de conteúdo de aprendizagem prático que consiste em processos ou ações cuja aprendizagem requer um modelo prévio e uma exercitação posterior” (ZABALA, 2010, p.190). Ainda, de acordo com Zabala (2010, p.101-102), “um conteúdo procedural é um conjunto de ações ordenadas e finalizadas, ou seja, dirigidas à obtenção de um objetivo.” Por exemplo, a utilização técnica de um equipamento para realizar medidas topográficas.

Atitudinal é o “tipo de conteúdo de aprendizagem que se enquadra na forma de ser da pessoa e cuja aprendizagem requer a experimentação de situações nas quais se deva agir de forma real para solucioná-las” (ZABALA, 2010, p.190). Os conteúdos atitudinais envolvem valores, atitudes e normas. O desenvolvimento da capacidade de trabalhar em equipe é um exemplo de conteúdo atitudinal.

O processo de aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe que um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma valorização das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, o que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, uma implicação afetiva e uma revisão da própria atuação. (ZABALA, 2010, p.103)

Como ensinar? Ou qual a metodologia de ensino para alcançar os objetivos propostos? “Ou, ainda, em outras palavras: como alcançar em uma sequência de ensino (ou mesmo durante o desenvolvimento de toda uma disciplina) as três dimensões do conteúdo?” (CARVALHO, 2004, p.4)

Não existe uma forma de ensinar melhor do que a outra, pois, o que promove aprendizagem significativa num contexto, pode não promover em outro. O melhor método de como ensinar é diversificar as formas de ensino. Sem deixar de acreditar na diversidade, esta pesquisa utilizou apenas a prática pedagógica conhecida como sequência de ensino/aprendizagem ou sequência didática.

Para Zabala, sequência didática é

um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Através da sequência didática é possível analisar as diferentes formas de intervenção e avaliar a pertinência de cada uma delas. (ZABALA, 1998, p. 18)

O objetivo principal de uma sequência didática é otimizar o processo ensino-aprendizagem para o aluno. A escolha das etapas, a serem estabelecidas em uma sequência didática, deve obedecer a uma ordem de atividades na qual se crer seja a melhor para desenvolver aquele(s) conteúdo(s) específico(s) para o(s) qual(is) a sequência está sendo construída.

Carvalho (2004) recomendou que as sequências didáticas envolvam os três tipos de conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais. Ensinar para o professor e aprender para o aluno significam desenvolver conhecimentos, “componentes das competências de caráter concreto ou abstrato que se refere a fatos, conceitos, princípios e sistemas conceituais” (ZABALA, 2010, p.190).

O desempenho pedagógico que busca melhorias no processo ensino-aprendizagem, a ser alcançado com a utilização de sequências didáticas pode ser ponderado em relação a quatro aspectos essenciais: os aspectos do conteúdo, da aprendizagem, da atenção à

diversidade, e da sequência e tipologia dos conteúdos. A otimização do desempenho pedagógico durante a aplicação de uma sequência está condicionada a uma ponderação ideal de cada um desses aspectos ou pesos.

Não há um procedimento padrão estabelecido para encontrar a ponderação ou dosagem ideal dos pesos. Portanto, a troca de experiência com outros profissionais docentes pode ser o caminho mais curto em busca da otimização do trabalho com sequências didáticas.

É importante enriquecer as sequências didáticas já utilizadas em práticas docentes anteriores, substituindo atividades que, experimentalmente, não resultaram em aprendizagem significativa e motivação por parte dos alunos, por outras advindas da avaliação e sugestão dos alunos, da troca de experiências com outros professores, da avaliação da sequência pelo próprio professor aplicador, da análise, da avaliação e validação da sequência pelos seus pares e/ou coordenador.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA VALIDAÇÃO GEOMÉTRICA E CIENTÍFICA DO MODELO SISTEMA SOLAR EM ESCALA DA PRAÇA DA CIÊNCIA

Gênese da ideia dessa sequência didática

A ideia dessa sequência didática surgiu na pesquisa citada na apresentação como uma forma de experimentar a hipótese desta pesquisa de que “os conteúdos de Ciências e Matemática que não foram apropriados pelos alunos podem ser recuperados e que as dificuldades em relação a esses conteúdos podem ser superadas com práticas pedagógicas desenvolvidas pelas disciplinas técnicas integrando conteúdos de Ciências e Matemática com conhecimentos técnicos.”

Um questionário foi aplicado aos professores do Curso Técnico em Geoprocessamento para verificar, entre outras coisas, quais os conteúdos de Ciências e Matemática estudados no ensino médio em que os alunos ingressantes no Curso Técnico em Geoprocessamento mostram dificuldades. As respostas foram quase unâimes ao listar a Geometria como o conteúdo matemático no qual os alunos do Curso de Geoprocessamento apresentam mais dificuldades. Em relação aos conteúdos de Ciências, apesar do predomínio das respostas relacionadas à Ótica, essa resposta não foi unânime como a Geometria.

Nessa reflexão, nasceu a ideia de desenvolver uma proposta de sequência didática que promovesse a integração de Geometria com Topografia, devido à importância para o Curso de Geoprocessamento, utilizando a metodologia do ensino por investigação e incentivando a educação científica.

Nesse e outros cursos técnicos, os conteúdos procedimentais tendem a ser mais praticados, ensinados e aprendidos que os conceituais e atitudinais. Carvalho (2004) e Zabala (1998) recomendam que as sequências didáticas envolvam todos os tipos de conteúdos: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais. Decidiu-se seguir essa recomendação de englobar todas as formas de conteúdos nessa atividade.

Estruturando a ideia inicial da sequência didática

A ideia inicial foi estruturada numa versão da sequência didática (SD) que não chegou a ser aplicada. Veja o planejamento dessa ideia inicial ou versão zero da SD.

Informações gerais:

Instituição: Instituto Federal do Espírito Santo (campus Vitória)

Curso: Geoprocessamento

Disciplina: Topografia Prática

Turma: N18 (turma do 1º período desse curso)

Data: 1º semestre letivo de 2012

Tema a ser trabalhado: modelo científico para o sistema solar (sol, planetas e corpos menores).

Objetivo geral: Discutir modelo científico (limites, simplificações, representatividade, validação e outros aspectos).

Objetivos específicos:

- 1) Atualizar os conhecimentos científicos sobre Sistema Solar.
- 2) Relacionar os conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar (unidades astronômicas, modelos e representações) com conhecimentos técnicos (medidas topográficas e escalas).
- 3) Comparar o modelo de Sistema Solar científico com o do Praça da Ciência.
- 4) Discutir a representatividade do modelo de Sistema Solar da Praça da Ciência.
- 5) Utilizar a história da ciência para definir modelos (ou paradigmas), paradigmas dominante e emergente, e rupturas paradigmáticas.
- 6) Aproximar a educação formal dos espaços não formais de educação.
- 7) Utilizar esse espaço educativo não formal para praticar Topografia e estudar o modelo do Sistema Solar.
- 8) Conhecer e utilizar os outros equipamentos/experimentos da Praça.

Conteúdos: mensuração e cálculos topográficos planimétricos, escalas, modelos, e astronomia do sistema solar.

Espaço não formal: acontecerá na Praça da Ciência da Prefeitura Municipal de Vitória, localizada na avenida Américo Buaiz, entre a Curva da Jurema e a Praça dos Namorados, pois, “na Praça da Ciência, as pessoas podem se divertir, vendo a aplicação de princípios físicos e astronômicos do dia a dia. São 11 instrumentos dispostos ao ar livre, os quais o público pode experimentar, recebendo as explicações dos monitores. O local é apropriado para despertar o interesse, sobretudo das crianças, pela ciência.” (disponível em <<http://www.vitoria.es.gov.br/seme.php?pagina=pracadaciencia>> acessado em 13/5/12)

Na Praça da Ciência, a proposta de sequência didática utilizará, em especial, o “Sistema Solar em escala: (que) reproduz o sistema solar ao longo da praça, com dimensões proporcionais à realidade. Assim, pode-se ter noção do tamanho dos planetas, das distâncias entre eles e de suas órbitas em torno do Sol e também compreender os movimentos de rotação e translação.” (idem)

Problematização: incentivar os alunos a empregar os conhecimentos técnicos para resolverem uma ‘lenda científica urbana’ que circula entre alguns professores, técnicos, arquitetos e engenheiros da região metropolitana de Vitória: o modelo de ‘Sistema Solar em escala’, existente nessa Praça da Ciência, está errado, pois tem alguns planetas representados em posições planimétricas erradas, em outras palavras, algumas distâncias Sol-planetas estão erradas.

Metodologia do trabalho: o professor fará exposição/explicação e coordenará as discussões, porém o trabalho de verificação, se a hipótese (lenda) é verdadeira ou falsa, será desenrolado pelos alunos.

Tempo: a sequência didática proposta é constituída de treze momentos pedagógicos (M1 ao M13) e será desenvolvida em oito aulas. Dependendo da turma, a sequência poderá ser distribuída em 7 ou em 9 aulas, diminuindo ou aumentando o tempo dedicado aos momentos M4, M9, M10, M11 e M12.

Metodologia de aplicação:

1^a aula – (M1) o professor exibirá o vídeo ‘Jornada no Sistema Solar’ de Igor Borgo e Marta F. Barroso do LIMC-UFRJ, como introdução e motivação para essa sequência didática; após a exibição do vídeo, o professor apresentará as unidades para medidas de distâncias astronômicas e solicitará uma pesquisa (para casa) sobre o modelo científico atual do Sistema Solar.

2^a/3^a aulas – (M2) o professor mostrará o capítulo 1 (‘O que há lá fora?’) do documentário ‘A História da Ciência’ da BBC; (M3) o professor comentará as mudanças de modelos científicos que representaram o Sistema Solar ao longo da história da ciência mostradas nesse documentário e induzirá uma discussão paradigmática dominante versus emergente e mudança de paradigma; (M4) o professor apresentará a referida ‘lenda’ e irá propor que a turma verifique se o referido modelo de ‘Sistema Solar em escala’ da Praça da Ciência está, planimetricamente, representado de modo correto.

4^a/5^a/6^a aulas – (M5) o professor e a turma serão levados de ônibus do Ifes-Vitória para a Praça da Ciência, onde conhecerão o equipamento do Sistema Solar em escala; (M6) os alunos farão as medidas topográficas (ângulos e distâncias) necessárias para verificar se esse modelo está certo ou errado; (M7) os alunos conhecerão e farão uso de outros equipamentos da Praça da Ciência (relógio de sol, espelho de som, elevador de mão, ...); e (M8) o professor e a turma serão levados de ônibus da Praça da Ciência para o Ifes Vitória, e na viagem de volta o professor incentivará os alunos a refletir sobre como eles verificarão, a partir das medidas feitas, se o modelo está, corretamente, representado ou não.

7^a/8^a aulas – (M9) com os dados obtidos nas medidas topográficas, os alunos farão cálculos e desenhos para reproduzirem o modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência; (M10) os alunos compararão esse modelo da Praça da Ciência com o modelo científico atual do Sistema Solar; (M11) o professor e os alunos discutirão as diferenças entre os modelos (científico e Praça da Ciência), e os limites para validarem o modelo do Sistema Solar em escala da Praça da Ciência; (M12) os alunos decidirão se o modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência está

representado corretamente em escala de distâncias (declarando a falsidade da lenda) ou está errado (declarando a pertinência dessa lenda científica urbana); e (M13) os alunos avaliarão a sequência didática executada e avaliarão também a utilização desse equipamento e do espaço não formal de educação.

Recursos:

M1 e M2 – computador, projetor multimídia, DVD ‘Jornada no Sistema Solar’ de Igor Borgo e Marta Barroso do LIMC-UFRJ (ou links do youtube.com), acesso à internet para ver o vídeo da ‘BBC - A Historia da Ciência - O que há lá fora?’ no youtube.com

M5 a M8 – agendamento prévio desta aula com a Praça da Ciência. Ônibus para transportar a turma de Geoprocessamento na ida do Ifes Vitória até à Praça da Ciência e na volta. Equipamentos topográficos: teodolitos, trenas, balizas, miras estadimétricas, bússolas e calculadoras.

M9 – calculadora, mesa com prancheta e régua paralela para desenho técnico, escalímetro, esquadros, compasso, computador.

Avaliação: os alunos avaliarão a sequência didática desenvolvida, respondendo a quatro perguntas, segundo os critérios de respostas (muito, pouco, ou nada): 1) Você aprendeu as unidades de medidas das distâncias astronômicas?; 2) Você compreendeu o atual modelo científico do Sistema Solar?; 3) Você compreendeu a escala relacionando as distâncias do modelo científico e das medidas topográficas feitas? 4) A validação ou não do modelo representado pelo equipamento ‘Sistema Solar em escala’ da Praça da Ciência modificou sua concepção de ciência?.

Os alunos avaliarão o uso do equipamento ‘Sistema Solar em escala’ da Praça da Ciência, listando as vantagens e as desvantagens do modelo de Sistema Solar utilizado no equipamento do espaço não formal de educação.

Detalhando a ideia inicial dessa sequência didática

Em outubro de 2012, a estrutura inicial ou versão zero evolui para a primeira versão dessa sequência didática. Planejada para ser trabalhada com os alunos do primeiro período do Curso Técnico em Geoprocessamento do Ifes Vitória, na disciplina de Topografia I Prática, essa SD poderia atender a outras disciplinas desse período, como Matemática, Informática, Desenho Técnico e Desenho Assistido por Computador.

Além de buscar integrar teoria e prática, integrar os conteúdos procedimentais com os conceituais e atitudinais, e integrar a educação profissional com a educação científica e matemática básica, um dos objetivos específicos dessa SD era aproximar a educação formal dos espaços não formais de educação. Para isso, a etapa de atividades de campo foi planejada para ser realizada na ‘Praça da Ciência’ (fotos das Figuras 1 a 6), que é um espaço de educação não formal da Prefeitura Municipal de Vitória.

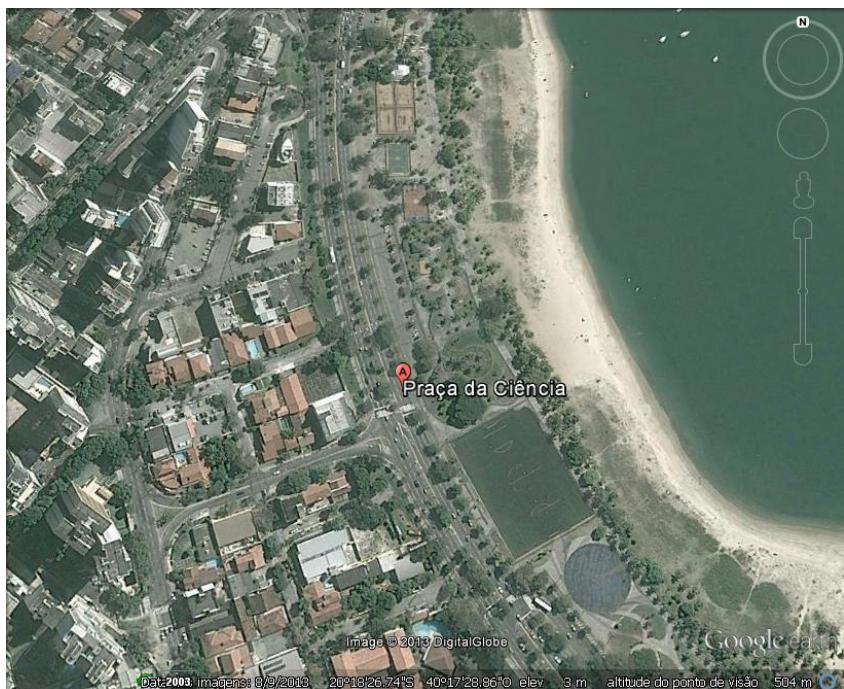


FIGURA 1. Imagem da Praça da Ciência, Vitoria, E, feita pelo Google Earth.

A Praça da Ciência, vinculada à Secretaria Municipal de Educação – SEME, é um dos 4 Centros de Ciência, Educação e Cultura de caráter público e gratuito, funcionando desde 1999 (...). Espaço lúdico e interativo de divulgação científica, busca contínua articulação com educação formal. Com média anual de 100.000 visitantes, atende grande público, famílias, turistas, pesquisadores, estudantes e professores de todos os níveis. (QUEIROGA et al., 2011, p. 16)

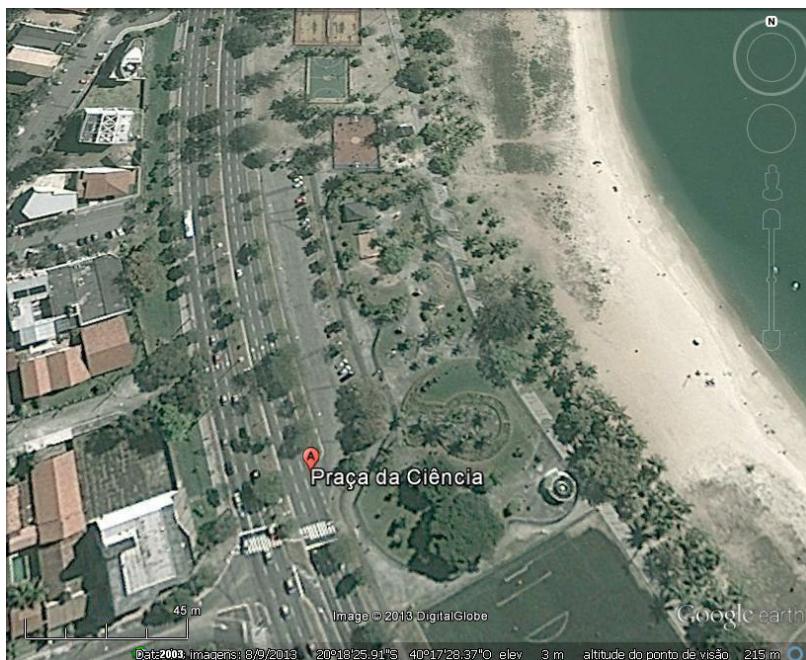


FIGURA 2. Ampliação da imagem da Praça da Ciência, Vitória, ES, feita pelo Google Earth.

A ‘Praça da Ciência’ localiza-se na avenida Américo Buaiz, s/n, no bairro Enseada do Suá (próximo à Curva da Jurema), em Vitória, no Estado do Espírito Santo. A Praça da Ciência é muito conhecida pela população de Vitória (ES) e da região metropolitana. De fácil acesso, a Praça tem estacionamento, como pode ser visto nas fotos das Figuras 3 e 4.



FIGURAS 3 e 4. Fotos de placa na avenida Américo Buaiz indicando a Praça da Ciência, em Vitória, ES, fácil acesso e estacionamento.

A Praça da Ciência oferece, gratuitamente, conhecimento e diversão em um local agradável, [...] orientação de monitores durante a visita. [...] O acervo é composto por 16 equipamentos que podem ser manipulados para o estudo dos conceitos científicos ligados, principalmente, à Física. É um local muito visitado por crianças e apreciadores da Ciência. (VITÓRIA)



FIGURA 5. Foto com vista externa parcial e da placa na entrada da Praça da Ciência.



FIGURA 6. Foto da placa na entrada da Praça da Ciência.

A sequência didática foi planejada para utilizar o equipamento

Sistema Solar em Escala: reproduz o Sistema Solar ao longo da Praça da Ciência, com dimensões proporcionais à realidade. Assim, pode-se ter noção do tamanho dos planetas, das distâncias entre eles e das suas órbitas em torno do sol; além de compreender os movimentos dos planetas. (VITÓRIA)

Existe uma ‘lenda científica urbana’, ou hipótese, que circula entre professores, técnicos, engenheiros e arquitetos da Grande Vitória, segundo a qual o modelo geométrico desse Sistema Solar em Escala (Figuras 7 a 15) está errado, pois alguns planetas estão representados em posições erradas, em outras palavras, algumas distâncias Sol-planetas estão erradas, ou algumas distâncias estão fora da escala.

Destarte, foi desenvolvida uma sequência didática, propondo resolver a seguinte situação problema: utilizar os conhecimentos científicos, matemáticos e técnicos para investigar a veracidade dessa ‘lenda’ ou verificar essa hipótese.



FIGURA 7. Foto do totêm que apresenta o modelo reduzido do Sistema Solar ou o equipamento Sistema Solar em Escala.



FIGURA 8. Foto dos totens que representam os planetas Terra e Mercúrio no Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.



FIGURA 9. Foto dos totens de Vênus e Marte no Sistema Solar em Escala.



FIGURA 10. Foto do totem que representa o planeta Vênus na Praça da Ciência.



FIGURAS 11 e 12. Fotos com detalhes das informações dos planetas Vênus e Terra e da escala utilizada nesse equipamento Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.



Saturno
Planeta Gigante Gasoso



Escala: 1/30.000.000.000 (1/30 x 10⁹)
 Diâmetro : 120.000 Km
 Distância média ao Sol:
 1.430.000.000 Km



FIGURAS 13 e 14. Fotos com detalhes das informações dos planetas Saturno e Urano e da escala utilizada nesse equipamento Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência

A sequência didática buscou promover a educação científica na educação profissional, partindo da história dos modelos de Sistema Solar, comparando o modelo atual, cientificamente aceito para explicar o Sistema Solar e um modelo concreto de Sistema Solar existente num espaço não formal de educação, propondo a validação, desse modelo do espaço não formal, pelos alunos do Curso Técnico em Geoprocessamento, com a utilização transversal de conhecimentos de Ciências, Matemática e Topografia.

Estudar o equipamento do Sistema Solar em Escala com seus totens, representando as posições do Sol e dos planetas está muito relacionado com a Topografia, campo de conhecimento que estuda a descrição minuciosa dos detalhes de uma parte da superfície terrestre, desprezando a curvatura da Terra. Essa atividade também demanda muitos conhecimentos matemáticos, principalmente, Geometria e escala. A discussão sobre a validação desse modelo está relacionada às Ciências.



FIGURA 15. Foto de aluno operando teodolito durante o desenvolvimento dessa SD, com vista dos totens do Sol e dos planetas internos ou que ficam mais perto do Sol.

A SD continuou com o mesmo objetivo geral de discutir modelo científico. E tinha como objetivos específicos: atualizar os conhecimentos científicos sobre Sistema Solar; relacionar os conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar (unidades astronômicas, modelos e representações) com conhecimentos técnicos (medidas topográficas e escalas); comparar o modelo de Sistema Solar científico com o da Praça da Ciência; discutir a representatividade do modelo de Sistema Solar da Praça da Ciência; utilizar a história da ciência para definir modelos (ou paradigmas), paradigmas dominante e emergente, e rupturas paradigmáticas; aproximar a educação formal dos espaços não formais de educação; utilizar esse espaço educativo não formal para praticar Topografia e estudar o modelo do Sistema Solar; conhecer e utilizar os outros equipamentos/experimentos dessa Praça da Ciência.

A estrutura inicial da sequência didática ou versão zero da SD tinha treze momentos pedagógicos distribuídos ao longo de oito aulas. Provisoriamente, denominada de “Sequência didática para alunos do Curso Técnico em Geoprocessamento validarem modelo científico de um espaço não formal de educação”, foi reestruturada ou replanejada para ser desenvolvida em dez aulas com quinze momentos pedagógicos, (M1 a M15), incluindo as etapas: motivação inicial, apresentação da situação problema, pesquisas, atividades de campo, cálculos e desenhos e, finalmente, validação ou não do modelo em questão.

Essa nova versão da sequência didática ou versão 1 da SD, que será apresentada a seguir, foi a primeira versão a ser trabalhada, pedagogicamente, com os alunos do primeiro período do Curso Técnico em Geoprocessamento. Na pesquisa de mestrado, essa primeira utilização da SD com os alunos foi denominada de validação empírica da sequência didática, pois se constituiu numa forma de validar a SD, a partir da aplicação da própria sequência com uma posterior análise e avaliação dessa experiência de aplicação da sequência didática pelo professor pesquisador, Leonardo Polese Alves.

Aplicando a sequência didática pela primeira vez

O pesquisador e professor da disciplina de Topografia I Prática aplicou essa sequência, pela primeira vez, na turma N18 (2012/1) de 26 alunos, em novembro de 2012.

A primeira aula ocorreu em dois momentos: (M1) o professor apresentou o tema da SD ‘o modelo científico-geométrico para o Sistema Solar’ e solicitou que os alunos externassem seus conhecimentos sobre o Sistema Solar; depois, (M2) exibiu o vídeo ‘Jornada no Sistema Solar’ de Igor Borgo e Marta Barroso, como introdução e motivação para o desenvolvimento da SD (Figura 16).

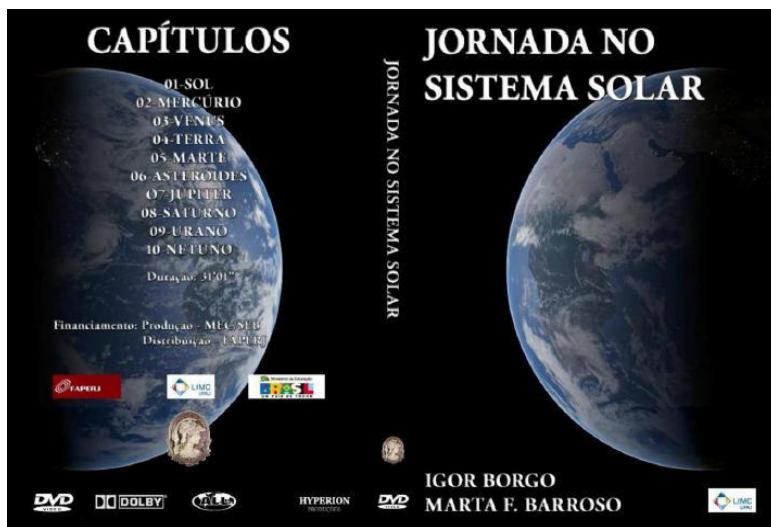


FIGURA 16. Fac-símile da capa do DVD Jornada no Sistema Solar (fonte: REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO FÍSICA [online]. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n2/v32n2a13.pdf>>)

A segunda aula e a terceira também aconteceram no Ifes, em dois momentos: (M3) foi exibido o capítulo 1 (‘O que há lá fora?’) do documentário ‘A História da Ciência’ da BBC (Figura 17); (M4) o professor comentou as mudanças de modelos científicos que representaram o Sistema Solar, ao longo da história da ciência, mostradas nesse

documentário e induziu a discussão sobre paradigma dominante versus paradigma emergente e mudança de paradigma científico.



FIGURA 17. Imagem do episódio ‘O que há lá fora?’ de ‘A Historia da Ciência’ (fonte: BLOG SR. CURIOSIDADES, disponível em <srcuriosidades.blogspot.com.br/2011/12/serie-bbc-historia-da-ciencia-titulo.html>)

Foi feito um agendamento prévio na Praça da Ciência para desenvolvimento dessa atividade naquele espaço não formal de educação. A proposta de sequência didática foi apresentada à diretora desse espaço, Patrícia Queiroga. Ela se mostrou receptiva e colocou a Praça da Ciência à disposição para desenvolvimento dessa atividade.

Após a motivação inicial com a apresentação dos vídeos, aconteceu a etapa de apresentação da situação problema. Na quarta aula, ocorreu apenas um momento pedagógico: (M5) o professor fez a problematização, apresentando a referida ‘lenda’ e propôs que a turma, apoiada na Astronomia do Sistema Solar, Geometria e Topografia, verificasse se o referido modelo de ‘Sistema Solar em Escala’, da Praça da Ciência está, planimetricamente, representado de modo correto ou é válido. No final da aula, foi solicitada uma pesquisa sobre o modelo científico atual do Sistema Solar. As quatro primeiras aulas foram realizadas na quarta-feira, 7 de novembro, no laboratório de informática do Ifes.



FIGURA 18. Foto com os alunos da turma N18 na entrada da Praça da Ciência.

A quinta, a sexta, a sétima e a oitava aulas foram desenvolvidas na manhã do sábado, 10 de novembro de 2012, com a presença de 19 alunos da turma N18. Na quinta aula, no Ifes, aconteceu o momento pedagógico: (M6) os alunos apresentaram o resultado da pesquisa solicitada no momento pedagógico anterior sobre o modelo, cientificamente aceito, para explicar o Sistema Solar. O professor e os alunos sistematizaram os conhecimentos advindos desta pesquisa.



FIGURAS 19 e 20. Fotos dos alunos da turma N18 e do professor pesquisador durante o momento M8, medindo distâncias, com trena, entre totens do Sistema Solar em Escala.



FIGURA 21. Foto com aluno, durante o momento M8, utilizando o teodolito nas medidas angulares e lineares do levantamento planimétrico da poligonal topográfica.

A sexta, a sétima e a oitava aula foram desenvolvidas no espaço não formal de educação em quatro momentos: (M7) o professor e a turma foram levados de ônibus do Ifes Vitória para a Praça da Ciência, onde foram recebidos pela professora Rosângela e pelo monitor Wanderley; o professor apresentou o equipamento do Sistema Solar em Escala; (M8) os alunos fizeram as medidas topográficas planimétricas (ângulos e distâncias) necessárias para verificarem se esse modelo está certo ou errado; (M9) os alunos conheceram e utilizaram outros equipamentos da Praça da Ciência (relógio de sol, espelho de som, escala musical, plano inclinado, elevador de mão, ...); e (M10), o professor e a turma foram levados de ônibus da Praça da Ciência para o Ifes, e nessa viagem, o professor incentivou os alunos a refletir como eles verificarão, fundamentados nas medidas feitas, se o modelo está corretamente representado ou não.



FIGURAS 22 e 23. Fotos dos alunos, durante o momento M8, com teodolitos utilizados no levantamento planimétrico da poligonal topográfica, a partir da qual foram irradiados os totens.



FIGURA 24. Foto dos alunos, durante M8, com baliza e mira estadiamétrica utilizadas no levantamento planimétrico da poligonal topográfica, a partir da qual foram irradiados os totens.



FIGURAS 25 e 26. Fotos dos alunos, no momento M9, utilizando outro equipamento e se divertindo.



FIGURAS 27 e 28. Fotos da placa e do ‘Relógio de Sol’ da Praça da Ciência, equipamento que também pode ser usado em atividades pedagógicas do Curso de Geoprocessamento.

Na segunda-feira, 12 de novembro de 2012, a nona e a décima aulas fecharam a SD com quatro momentos no laboratório de informática do Ifes: (M11) com os dados obtidos nas medidas topográficas, os alunos fizeram cálculos e desenhos para reprodução do modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência; (M12) os alunos compararam esse modelo da Praça da Ciência com o modelo científico atual do Sistema Solar; (M13) foram discutidas as diferenças entre os modelos (científico e Praça da Ciência) e os limites para validar o modelo do Sistema Solar em escala da Praça da Ciência; e (M14) os alunos decidiram se o modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência está, corretamente, representado em escala de distâncias ou não, validando ou não esse modelo. Infelizmente, o último momento pedagógico (M15), em que os alunos avaliariam a sequência didática executada e avaliariam também a utilização desse equipamento e do espaço não formal de educação, não foi realizado.

Aplicando 1^a vez e os resultados da turma N18 de 2012/1

Durante o momento pedagógico M8, os alunos fizeram dois tipos de medidas das distâncias Sol–planetas: medidas diretas das distâncias com trena e balizas e medidas indiretas dessas distâncias com teodolito, mira estadimétrica, bússola, poligonal topográfica e irradiações. Com essas medidas indiretas, os alunos determinaram as coordenadas cartesianas dos vértices da poligonal topográfica e das irradiações (M11). E, partindo dessas coordenadas, eles calcularam as outras medidas das distâncias Sol–Terra.

Os momentos pedagógicos M12, M13 e M14 proporcionaram muitos debates e discussões. O professor encaminhou os debates, deu liberdade de atitudes aos alunos nas discussões, escolhas, definições e comparações, porém orientou o controle do tempo para que a sequência fosse concluída. Esse controle do tempo pode ter encurtado alguns debates.

Após discussão inicial, os alunos definiram que adotariam como modelo científico e geométrico de referência, as distâncias do Sol até os planetas fornecidas pela agência espacial americana Nasa, no seu site oficial.

Para fazer a comparação dos valores das distâncias da Nasa (em UA) com os valores medidos no modelo da Praça da Ciência, os alunos consideram a relação da distância Sol–Terra, medida por eles (direta e indiretamente), como unitária ou igual a 1. As outras relações foram obtidas, dividindo a distância Sol–Planeta pela distância Sol–Terra.

As diferenças absolutas foram alcançadas, subtraindo o valor de referência da distância da Nasa (em UA) do valor da relação obtida para o modelo da Praça da Ciência. E as diferenças relativas foram deduzidas, dividindo essa diferença absoluta pelo valor de referência da distância (em UA). Esses resultados das medidas dos alunos, feitas com a trena, podem ser vistos no Quadro 1.

	valores aceitos pela Nasa		valores medidos praça ciência		diferença	
Sol – Planeta	D (em UA)	D (10^6 km)	trena (em metros)	relação	absoluta	relativa
Mercúrio	0,39	57,91	2,01	0,43	0,04	11%
Venus	0,72	108,21	3,74	0,8	0,08	11%
Terra	1	149,6	4,66	1	0,00	0%
Marte	1,52	227,94	6,87	1,47	-0,05	-3%
Júpiter	5,2	778,41	25,91	5,56	0,36	7%
Saturno	9,54	1426,73	47,94	10,29	0,75	8%
Urano	19,19	2870,97	97,56	20,94	1,74	9%
Netuno	30,07	4498,25	103,31	22,17	-7,90	-26%
Plutão	39,48	5906,38	111,15	23,85	-15,63	-40%

Quadro 1. Comparação entre valores da Nasa e valores medidos, diretamente, com a trena no Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.

Como as trenas utilizadas eram de trinta metros, os alunos concluíram que as medidas diretas das distâncias Sol-planetas, feitas com essas trenas e balizas, foram muito confiáveis para valores menores que trinta metros, pois exigiam apenas uma trenada, sem necessidade de acumular medidas.

	valores aceitos pela Nasa		valores medidos praça ciência		diferença	
Sol – Planeta	D (em UA)	D (10^6 km)	coordenadas (m)	relação	absoluta	relativa
Mercúrio	0,39	57,91	0,45	0,11	-0,28	-73%
Venus	0,72	108,21	3,95	0,92	0,20	28%
Terra	1	149,6	4,27	1,0	0,00	0%
Marte	1,52	227,94	6,30	1,47	-0,05	-3%
Júpiter	5,2	778,41	26,14	6,12	0,92	18%
Saturno	9,54	1426,73	46,71	10,94	1,40	15%
Urano	19,19	2870,97	96,41	22,58	3,38	18%
Netuno	30,07	4498,25	101,84	23,85	-6,22	-21%
Plutão	39,48	5906,38	110,25	25,82	-13,66	-35%

Quadro 2. Comparação entre valores da Nasa e valores medidos, indiretamente, a partir das coordenadas cartesianas calculadas para o Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.

Os alunos inferiram que as medidas indiretas (Quadro 2) das distâncias Sol-planetas, a partir das coordenadas cartesianas não foram muito confiáveis para os totens de

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte devido às dificuldades de visualização desses totens pelos aparelhos topográficos (teodolitos).

Ademais, a turma resolveu abandonar as medidas indiretas não confiáveis e adotar para essas distâncias Sol–Planetas (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) apenas as medidas diretas feitas com a trena. E, para as outras distâncias, os alunos resolveram adotar a média das medidas direta e indireta.

Para aumentar a confiança dos resultados, a turma N18 avaliou as diferenças entre os valores do modelo da Nasa e os do Sistema Solar em Escala, da Praça da Ciência, com base na mistura de medidas confiáveis diretas e medidas confiáveis indiretas.

A definição do limite de diferença relativa ou percentual foi o assunto mais polêmico e responsável pelas maiores discussões. Foram sugeridos limites de 10%, 15% e 20%, mas os alunos estabeleceram que o limite (máximo) para validação do modelo geométrico desse Sistema Solar em Escala era apresentar diferenças relativas menores que 20%.

Sol – Planeta	valores aceitos pela Nasa		valores medidos praça ciência		diferença	
	D (em UA)	D (10^6 km)	mistas (metros)	relação	absoluta	relativa
Mercúrio	0,39	57,91	2,01	0,43	0,04	11%
Venus	0,72	108,21	3,74	0,8	0,08	11%
Terra	1	149,6	4,66	1,0	0,00	0%
Marte	1,52	227,94	6,87	1,47	-0,05	-3%
Júpiter	5,2	778,41	26,02	5,58	0,38	7%
Saturno	9,54	1426,73	47,32	10,16	0,62	6%
Urano	19,19	2870,97	96,99	20,81	1,62	8%
Netuno	30,07	4498,25	102,58	22,01	-8,06	-27%
Plutão	39,48	5906,38	110,70	23,75	-15,73	-40%

Quadro 3. Comparação entre valores da Nasa e a mistura de valores das distâncias medidos diretamente e indiretamente, no Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.

Os alunos concluíram que o Sistema Solar em Escala apresenta diferenças consideráveis nas representações de Netuno e Plutão, qualquer que seja o método de medida das distâncias.

Parte dos alunos defendia a validação do modelo, afirmando que só Netuno superou o limite, e que Plutão não estava mais representado com totêmico, pois deixara de ser classificado como planeta. Outra parte defendia a invalidação, alegando que as posições de dois objetos estavam erradas, já que Plutão foi medido a partir da base de concreto existente sobre a qual o seu totêmico (retirado) estava fixado.

Após debates, a turma N18 definiu que a hipótese ou ‘lenda científica urbana’ sobre o referido Sistema Solar em Escala é pertinente, ou seja, o modelo geométrico não pode ser totalmente validado.

Aplicando 1^a vez e as conclusões do professor

A primeira aplicação ou desenvolvimento dessa sequência planejada foi utilizada, principalmente, para promover a validação empírica, ou melhor, para verificar, fundamentada na experiência pedagógica efetiva, aspectos positivos e negativos (aplicabilidade, metodologia, alcance dos objetivos...).

O professor pesquisador avaliou que a metodologia proposta e desenvolvida foi capaz de alcançar, parcial ou totalmente, os objetivos dessa atividade. Mas, essa avaliação não pode ser considerada definitiva, pois representa apenas o ponto de vista desse professor.

A análise do professor é de que o tempo para execução da SD estava subdimensionado. Por isso, a sequência didática foi redimensionada de dez para quinze aulas, a fim de evitar aligeiramento, diminuição das discussões e supressão de etapas como a avaliação.

O professor avaliou que a sequência conseguiu promover várias formas de integração: dos conteúdos da educação profissional com os conteúdos da educação científica e matemática básica; da educação formal com o espaço não formal de educação; e dos conteúdos procedimentais com os atitudinais e conceituais.

No entanto, o professor considerou que a integração dos conteúdos de Ciências e de Matemática com os conteúdos técnicos pode ser intensificada com o aumento do tempo para execução da SD e com a tentativa de estabelecer parcerias com outras disciplinas do primeiro semestres ou de promover integração interdisciplinar.

Após essa primeira experiência com a sequência didática, envolvendo o Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência, ela foi replanejada com os mesmos quinze momentos pedagógicos distribuídos em quinze aulas.

O mapa conceitual da Figura 29, a seguir, representa os conteúdos conceituais e conhecimentos de Ciências, Matemática e Topografia implicados nessa sequência

didática. Os conhecimentos, que na SD estão inter-relacionados, no esquema, estão separados para melhor visualização.

Conhecimentos utilizados na validação do modelo Sistema Solar em Escala

Educação Básica

Educação Profissional

Conhecimentos Científicos

Conhecimentos Matemáticos

Conhecimentos Topográficos

astronomia

aritmética

geometria

planimetria

sistema solar

operações

ponto

ponto topográfico

sol

planetas

corpos menores

divisão

ângulo

segmento reta

medição ângulos

medição distâncias

posição

movimentos

proporção

coordenadas polares

azimute

distância horizontal

leis de Kepler (cinemática)

medidas

polígono

poligonal topográfica

irradiações

lei das órbitas elípticas

unidades medidas

projeção ortogonal

projeções topográficas

distância média sol-planetas

escala

coordenadas cartesianas

coordenadas topográficas

modelo científico

modelo geométrico

modelo topográfico

Essa validação envolveu conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais

Figura 29. Mapa conceitual com conhecimentos científicos, matemáticos e topográficos envolvidos nessa sequência didática.

Reestruturando essa sequência didática

Para melhorar a organização e apresentação dessa sequência, foi adotada a sugestão de Guimarães e Giordan (2011, p.3-4), conforme transcrição abaixo.

Título: Apesar de ser dentre os elementos da SD o mais simples o título não deve ser menosprezado, pois por si só é capaz de atrair a atenção ou, pelo contrário, criar resistências no alunado. Desta forma, enfatizamos que o título deve ser atrativo como também é necessário que ele reflita o conteúdo e as intenções formativas.

Público Alvo: Um fato fundamental e pouco considerado é que as SD não são universais, não há um método definitivo válido em qualquer situação. Assim uma característica implícita da eficácia de um plano de ensino é quanto ele foi planejado segundo as condições sob as quais será submetido.

Problematização: A problematização é o agente que une e sustenta a relação sistêmica da sequência didática, portanto a argumentação sobre o problema é o que ancora a SD, através de questões sociais e científicas que justifiquem o tema e também que problematizem os conceitos que serão abordados (Delizoikov, 2001).

Objetivos Gerais: Os objetivos propostos devem ser passíveis de serem atingidos, os conteúdos devem refletir tais objetivos, que a metodologia deve propiciar para que sejam atingidos e que a avaliação é uma das formas de se verificar se foram efetivamente alcançados.

Objetivos Específicos: representam metas do processo de ensino-aprendizagem passíveis de serem atingidas mediante desenvolvimento da situação de ensino proposta (SD). São um organizador detalhado das intenções de ensino, que auxiliam a planejar tanto a escolha das metodologias mais pertinentes a tal situação didática como nas formas de avaliação.

Conteúdos: Embora os conteúdos estejam tradicionalmente organizados de forma disciplinar é também possível estabelecer relação com os demais componentes curriculares e integrar conceitos aparentemente isolados, mesmo porque os fenômenos da natureza não se manifestam segundo divisão disciplinar. Igualmente importante é promover a continuidade das várias unidades didáticas ao longo das aulas que compõe o plano de ensino.

Dinâmica: As metodologias de ensino têm caráter fundamental, pois é principalmente através do desenvolvimento delas que as situações de aprendizagem se estabelecem. Dinâmicas variadas de ensino são importantes e necessárias desde que se mantenham fiel à estrutura e contexto social que a escola alvo ofereça.

Avaliação: Os métodos avaliativos precisam ser condizentes com os objetivos e com os conteúdos previstos na sequência didática. Desta forma, o que se avalia deve estar diretamente relacionado com o que se pretende ensinar.

Referências Bibliográficas: Este item se relaciona com as obras, livros, textos, vídeos, etc. que efetivamente serão utilizadas no desenvolvimento das aulas propostas.

Bibliografia Utilizada: Neste espaço devem ser apresentados os trabalhos utilizados para estruturar os conceitos, metodologias de desenvolvimento e/ou avaliação, ou seja, aqueles que foram utilizados na elaboração da SD ou que servem como material de apoio e estudo ao professor que irá aplicar tal Sequência Didática.

O título dessa sequência didática foi modificado para “Sequência didática para validação geométrica e científica do modelo ‘Sistema Solar em Escala’ da Praça da Ciência”.

A SD passou a ter dois objetivos gerais: discutir modelo científico (limites, simplificações, representatividade, validação e outros aspectos); e desenvolver conteúdos da educação profissional, de forma integrada, aos conteúdos da educação científica básica.

Os objetivos específicos foram mais bem detalhados e listados juntos das aulas, dos conteúdos e das dinâmicas distribuídas ao longo da SD.

Com o mesmo público-alvo e, praticamente, a mesma problematização, a sequência didática foi apresentada na estrutura sugerida por Guimarães e Giordan (2011) e adaptada como está mostrado no Quadro 4, a seguir.

Nova versão para a sequência didática

Sequência didática para o curso de Geoprocessamento do Ifes Vitória			
Título	Sequência didática para validação geométrica e científica do modelo ‘Sistema Solar em Escala’ da Praça da Ciência.		
Público Alvo	Alunos da disciplina de Topografia Prática das turmas do 1º período do Curso Técnico em Geoprocessamento da educação profissional do Ifes de Vitória (ES).		
Problematização	A Praça da Ciência, espaço de educação não formal da Prefeitura de Vitória, tem um equipamento denominado Sistema Solar em Escala. Existe uma ‘lenda científica urbana’ que circula entre alguns professores, técnicos, arquitetos e engenheiros da região metropolitana de Vitória, segundo a qual o modelo geométrico desse Sistema Solar em Escala está errado, pois alguns planetas estão representados em posições planimétricas erradas, em outras palavras, algumas distâncias Sol-planetas estão erradas. Essa sequência didática propõe resolver a seguinte situação problema: utilizar os conhecimentos científicos e técnicos para investigar a veracidade da ‘lenda’.		
Objetivos Gerais	Discutir modelo científico (limites, simplificações, representatividade, validação e outros aspectos) e desenvolver conteúdos da educação profissional de forma integrada aos conteúdos da educação científica básica.		
Conteúdos e Métodos			
Aula	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmicas
1	Resgatar conhecimentos científicos sobre Sistema Solar.	Atitudinais. Conceituais: sistema solar.	(M1) O professor apresentará o tema da sequência didática ‘o modelo científico-geométrico para o Sistema Solar’ e solicitará que os alunos externem seus conhecimentos sobre o

			Sistema Solar.
	Dominar a linguagem científica e compreender fenômenos relacionados ao Sistema Solar.	Factuais e conceituais: sistema solar.	(M2) O professor exibirá o vídeo ‘Jornada no Sistema Solar’ de Igor Borgo e Marta F. Barroso do LIMC-UFRJ, como introdução e motivação para o desenvolvimento dessa sequência didática.
2	Conhecer a história da Astronomia, principalmente do Sistema Solar.	Factuais e conceituais.	(M3) O professor exibirá o capítulo 1 ('O que há lá fora?') do documentário ‘A História da Ciência’ da BBC.
3	Utilizar a história da ciência para discutir as mudanças de paradigmas ou modelos científicos do Sistema Solar.	Conceituais: modelos científicos (ou paradigmas), paradigmas dominante e emergente, e rupturas paradigmáticas.	(M4) O professor comentará as mudanças de modelos científicos que representaram o Sistema Solar ao longo da história da ciência, mostradas neste documentário e induzirá uma discussão sobre paradigmas dominante versus emergente e mudança de paradigma científico.
4	Compreender a situação problema.	Conceituais. Atitudinais.	(M5) O professor fará a problematização, apresentando a referida ‘lenda’ e proporá que a turma, apoiada na Astronomia do Sistema Solar, Geometria e Topografia, verifique se o referido modelo de ‘Sistema Solar em escala’ da Praça da Ciência está, planimetricamente, representado de modo correto ou é válido. No final da aula, o professor solicitará uma pesquisa sobre o modelo científico atual do Sistema Solar.

5	<p>Socializar conhecimentos.</p> <p>Atualizar conhecimentos científicos sobre Sistema Solar.</p> <p>Mobilizar conhecimentos de Ciências e de Matemática do ensino básico e de conhecimentos técnicos de Topografia para enfrentar a situação problema.</p>	<p>Conceituais:</p> <p>Sistema solar;</p> <p>Matemática: escalas, projeções, trigonometria, geometria plana, e geometria analítica;</p> <p>Topografia: poligonais topográficas, irradiações, planimetria, medidas topográficas, e erros.</p>	<p>(M6) Os alunos pesquisarão (na biblioteca ou na internet) e apresentarão o resultado da pesquisa solicitada sobre o modelo, cientificamente, aceito para explicar o Sistema Solar. O professor e os alunos sistematizarão esses conhecimentos, advindos dessa pesquisa. Se os alunos não relatarem, o professor apresentará as unidades para medidas de distâncias astronômicas. O professor também deverá listar, além dos conhecimentos sobre Sistema Solar, os conteúdos já estudados pelos alunos e que serão mobilizados nesse empreendimento: Matemática e Topografia.</p>
6	<p>Aproximar a educação formal dos espaços não formais de educação.</p> <p>Conhecer e compreender o Sistema Solar em Escala.</p>	<p>Atitudinais.</p>	<p>(M7) O professor e a turma serão levados de ônibus do Ifes–Vitória para a Praça da Ciência, onde conhecerão o equipamento (experimento) do Sistema Solar em Escala. Será comentado, novamente, sobre a ‘lenda’ ou possibilidade de existência de erro(s) nesse equipamento.</p>
7 8 9	<p>Escolher métodos de mensuração topográfica para determinado fim.</p> <p>Utilizar esse espaço educativo não formal para praticar Topografia e estudar Astronomia.</p>	<p>Procedimentais de Topografia: mensuração topográfica planimétrica com estadimetria e/ou trena.</p>	<p>(M8) Os alunos discutirão e definirão os métodos de medidas topográficas. Os alunos farão as medidas topográficas (ângulos e distâncias) necessárias para verificar se esse modelo está certo ou errado.</p>

	Conhecer e utilizar os outros equipamentos e experimentos dessa Praça da Ciência.	Atitudinais.	(M9) Os alunos conhecerão e utilizarão os outros equipamentos da Praça da Ciência (relógio de sol, espelho de som, elevador de mão, ...).
10	Relacionar conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar com conhecimentos técnicos.	Conceituais.	(M10) O professor e a turma serão levados de ônibus da Praça da Ciência para o Ifes Vitória, e na viagem de volta o professor incentivará os alunos a refletir sobre como eles verificarão, a partir das medidas feitas, se o modelo está, corretamente, representado ou não.
11 12	Relacionar os conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar com conhecimentos técnicos.	Conceituais de Astronomia (distâncias e unidades astronômicas) e de Geometria (plana e analítica). Procedimentais de Geometria (plana e analítica), Informática (planilha eletrônica e CAD), Desenho Geométrico e Desenho Técnico.	(M11) Com os dados obtidos no levantamento topográfico planimétrico, em outras palavras, com os dados obtidos nas medidas topográficas feitas no momento M8, os alunos farão cálculos e desenhos para reproduzir o modelo do equipamento Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.
13	Comparar modelos do Sistema Solar (cientificamente aceito com o da Praça da Ciência).	Procedimentais de Geometria e Informática (planilha eletrônica e CAD).	(M12) Os alunos compararão o modelo da Praça da Ciência com o modelo científico atual do Sistema Solar.
14	Propor limites para	Procedimentais de Geometria (plana e	(M13) O professor e os alunos discutirão as diferenças entre os

	validação de modelo. Discutir a representatividade do modelo de Sistema Solar da Praça da Ciência.	analítica), Informática (planilha eletrônica e CAD) e/ou Desenho Geométrico.	modelos (científico e Praça da Ciência) e os limites para validar o modelo do Sistema Solar em escala da Praça da Ciência.
14	Validar ou não o modelo do Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.	Atitudinais.	(M14) Os alunos decidirão se o modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência está representado corretamente em escala de distâncias (declarando a falsidade da lenda) ou está errado (declarando a pertinência dessa lenda científica urbana), em outras palavras, a turma promoverá a validação, ou não, do modelo.
15	Escutar sugestões dos alunos para repensar essa sequência didática.	Atitudinais.	(M15) Os alunos avaliarão a sequência didática executada e avaliarão também a utilização desse equipamento e do espaço não formal de educação.

Recursos, momentos e espaços pedagógicos

Aula	Momentos pedagógicos	Recursos	Espaço pedagógico
1	M1; M2	Computadores com acesso à rede internet, projetor multimídia, dvd ‘Jornada no Sistema Solar’.	Laboratório de informática, sala de aula, e/ou biblioteca.
2	M3		
3	M4		

4	M5		
5	M6		
6	M7	Agendamento prévio com a Praça da Ciência e com o transporte.	Espaço não formal de educação ‘Praça da Ciência’ da Secretaria Municipal de Educação da PMV, localizado na Avenida Américo Buaiz, s/n, Enseada do Suá (próximo à curva da Jurema), Vitória, ES.
7	M8		
8	M8	Ônibus para transportar a turma na ida do Ifes–Vitória até a Praça da Ciência e na volta; equipamentos topográficos (teodolito, trenas, balizas, mira estadimétrica e bússola); calculadora.	
9	M8		
10	M9; M10		
11	M11		
12	M11		
13	M12	Computadores com acesso à rede internet, projetor multimídia.	Laboratório de informática.
14	M13; M14		
15	M15		
Avaliação		A avaliação dos alunos será dividida em duas partes de valores iguais: a primeira refere-se à participação dos alunos na pesquisa, na atividade de campo e nos debates sobre a validação do modelo para avaliar os conteúdos procedimentais e atitudinais; e a segunda refere-se aos cálculos, desenhos e argumentos apresentados na validação do modelo para avaliar os conteúdos conceituais.	
Referencial Bibliográfico		BBC. A História da Ciência - O que há lá fora? In: A História da Ciência. Disponíveis em:	

	<p>a parte 1 (inicial) em http://www.youtube.com/watch?v=lEmJUpGCSfw</p> <p>a parte 2 em http://www.youtube.com/watch?v=QYq-fjsMTDY</p> <p>a parte 3 em http://www.youtube.com/watch?v=J21_ou4WpYA</p> <p>a parte 4 em http://www.youtube.com/watch?v=gdNIkSJTjpg</p> <p>a parte 5 em http://www.youtube.com/watch?v=UyvJEosExOQ</p> <p>a parte 6 (final) em http://www.youtube.com/watch?v=hFn3CB59zWw.</p> <p>Acessos em 20/05/2012.</p> <p> </p> <p>BORGO, Igor; BARROSO, Marta F.. Jornada no Sistema Solar. In: DVD Coletânea. LIMC-UFRJ.</p> <p>CANALLE, João Batista Garcia. O Sistema Solar em Escala. Disponível em <www.oba.org.br/cursos/osistemasolaremscala.htm> Acesso em 30/10/2012.</p> <p>PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Secretaria Municipal de Educação. Praça da Ciência: estudo da ciência de forma lúdica. Disponível em <http://www.vitoria.es.gov.br/seme.php?pagina=pracadaciencia> Acesso em 01/11/2012.</p> <p>UFRGS. A Escala do Universo. Disponível em < http://astro.if.ufrgs.br/escala/escala.htm> Acesso em 22/11/2012.</p> <p>USP. Centro de Divulgação em Astronomia. Sistema Solar em Escala. Disponível em <http://www.cdcc.usp.br/cda/atividades/vo/sistema-solar/index.html> Acesso em 22/11/2012.</p>
Bibliografia consultada	<p>BARROSO, Marta F. e BORGO, Igor. Jornada no Sistema Solar. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.32, n.2, p. 2502-1 – 2502-12, abr-jun 2010.</p> <p>OLIVEIRA, Kepler; SARAIVA, Maria de Fátima. Astronomia e</p>

	Astrofísica. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.
Comentários	
<p>Essa sequência didática (SD) foi desenvolvida para a disciplina de Topografia Prática do Curso Técnico em Geoprocessamento do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), campus Vitória. O curso é noturno, mas essa disciplina é lecionada nas manhãs de sábado, pois para desenvolver suas atividades, a Topografia Prática necessita de luz solar. A carga horária semanal dessa disciplina é de cinco aulas (na manhã de sábado).</p> <p>Tal SD foi planejada, inicialmente, para ser desenvolvida em 10 aulas pelos alunos do 1º período do Curso de Geoprocessamento do Ifes, na 2ª metade do semestre acadêmico pela disciplina de Topografia I Prática, entretanto, poderia envolver outras disciplinas desse curso técnico, como Matemática, Informática, Geociências, Desenho Técnico e Desenho Assistido por Computador. A SD foi desenvolvida com a turma N18 do 1º período, desse Curso no semestre 2012/1, pelo professor Leonardo Polese Alves. Após o primeiro desenvolvimento dessa SD, ela foi replanejada e os quinze momentos pedagógicos (M1 ao M15) foram distribuídos ao longo de 15 aulas.</p> <p>Apesar do DVD ‘Jornada no Sistema Solar’ de Igor Borgo e Marta F. Barroso do LIMC-UFRJ ser enviado gratuitamente quando solicitado pelo email marta@if.ufrj.br, a dificuldade de aquisição é resolvida com o uso de dez vídeos do youtube.com que correspondem aos capítulos desse DVD.</p>	

QUADRO 4. Segunda versão da Sequência Didática.

Aplicando a sequência didática pela segunda vez

Com o novo título, “Sequência didática para validação geométrica e científica do modelo Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência” e dimensionada para quinze aulas, a SD foi aplicada ou reexperimentada.

Nessa segunda aplicação, foi utilizada a nova versão da sequência didática e foi implementada com a turma N20 do primeiro período ou semestre do Curso Técnico em Geoprocessamento de 2012/2, durante o mês de abril de 2013.

A turma N20 tinha 27 alunos e desenvolveu todos os quinze momentos pedagógicos da sequência, inclusive momento avaliativo (M15). Veja fotos nas Figuras 30 a 33.



FIGURA 30. Foto dos alunos da turma N20, utilizando o teodolito nas medições feitas na Praça da Ciência, durante as atividades de campo dessa sequência didática.



FIGURA 31. Foto de alunos da N20 entre totens do Sistema Solar em Escala, durante as atividades da sequência didática, na Praça da Ciência.



FIGURAS 32 e 33. Fotos dos alunos da N20 nas atividades de campo da sequência.

Aplicando 2^a vez e os resultados da turma N20 de 2012/2

A aplicação do conhecimento implementada pela turma N20 foi, consideravelmente, diferente do que fez a turma N18. Os alunos da N20 perceberam que, no equipamento ‘Sistema Solar em Escala’, constava que a escala desse sistema era de 1:30.000.000.000 e que, também estavam escritas as distâncias Sol-planetas. Utilizaram esse valor da escala para converterem a distância escrita no totem para metros e assim, compararam essas distâncias previstas ou escritas nos totens com as distâncias Sol-planetas, resultantes do processamento dos dados topográficos.

O professor e os alunos discutiram as diferenças entre os modelos (científico e Praça da Ciência) e o limite para validar o modelo do Sistema Solar em Escala. A definição desse limite de diferença relativa (ou %) foi, novamente, o assunto mais polêmico e responsável pelas maiores discussões. Foram sugeridos limites de 5%, 10%, 15% e 20%, no entanto, os alunos da turma N20 foram mais rigorosos e estabeleceram que o limite máximo, para validação do modelo geométrico desse Sistema Solar em Escala, era apresentar diferenças relativas menores que 10%.

planeta	distância do Sol até o planeta			diferenças entre modelos	
	determinada topograficamente (m)	escrita no equipamento (10^9 m)	convertida escala 1:30.000.000.000 (m)	absoluta (m)	relativa (%)
Mercúrio	1,744	57,9	1,930	0,186	9,64%
Vênus	3,745	108,2	3,607	-0,138	-3,84%
Terra	4,540	149,6	4,987	0,447	8,96%
Marte	6,842	228	7,600	0,758	9,97%
Júpiter	26,567	740	24,667	-1,900	-7,70%
Saturno	48,746	1430	47,667	-1,079	-2,26%
Urano	97,538	2886,3	96,210	-1,328	-1,38%
Netuno	103,840	4528	150,933	47,093	31,20%
Plutão	111,054	5913,5	197,117	86,063	43,66%

Quadro 5. Comparação de distâncias entre o modelo de Sistema Solar previsto e o modelo medido.

A turma N20 concluiu que esse Sistema Solar em Escala apresenta diferenças consideráveis nas representações de Netuno e Plutão, qualquer que seja o método de medida das distâncias. Como aconteceu, no semestre anterior, com a turma N18, parte dos alunos defendia a validação do modelo, afirmando que só Netuno superou o limite e que Plutão não estava mais representado com totém, pois deixara de ser classificado como planeta. Outra parte defendia a invalidação, alegando que as representações de dois objetos estavam erradas, já que Plutão foi medido a partir da base de concreto sobre a qual o seu totém (retirado) estava fixado.

Após cálculos e debates, a turma N20 também definiu que a hipótese ou ‘lenda científica urbana’ sobre o referido Sistema Solar em Escala é pertinente, ou seja, o modelo geométrico não pode ser totalmente validado.

Aplicando a sequência didática pela terceira vez

Depois de ser desenvolvida duas vezes, a sequência estava pronta para ser utilizada pela terceira vez, mas nessa utilização a SD também serviria como instrumento da pesquisa citada na apresentação.

A terceira rodada da sequência didática foi feita com a turma N17, do primeiro período do Curso Técnico em Geoprocessamento de 2013/1, que tinha 28 alunos. Como um dos objetivos era a integração, o professor pesquisador expôs, em reunião pedagógica de 10 de julho de 2013, a proposta dessa sequência didática para os professores da turma N17.

Os professores de Desenho Assistido por Computador I, Desenho Técnico, Geociências, Informática, Matemática, Topografia I Prática, e Topografia I Teórica resolveram participar dessa atividade de forma integrada e interdisciplinar. O planejamento da SD foi organizado, coletivamente, partindo da versão apresentada, no Quadro 4, de modo a relacionar as aulas, os momentos pedagógicos e as dinâmicas com a(s) disciplina(s).

Apesar desse planejamento coletivo feito na reunião, as disciplinas de Desenho Técnico e Topografia I Teórica deixaram de participar das atividades dessa “Sequência didática para validação geométrica e científica do modelo Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência”. Segundo os professores dessas disciplinas, além de terem cargas horárias reduzidas, quando comparadas com outras disciplinas, a participação dessas disciplinas também foi dificultada pela suspensão de aulas em algumas noites, devido às manifestações que aconteceram na cidade de Vitória, o que reduziu mais ainda as cargas horárias.

A professora de Matemática, que havia participado do planejamento deixou de lecionar para essa turma e, em seu lugar entrou outro professor. Essa mudança de professor de Matemática da turma N17 originou alguns contratemplos, e a Matemática também não participou dessa SD.

O professor de Geociências e o professor pesquisador deram início às atividades com a apresentação da sequência e a motivação (M1 a M4), no dia 25 de julho de 2013. Depois, nos dias 07 e 14 de agosto de 2013, o professor pesquisador fez a apresentação da situação-problema e orientou as pesquisas (M5 e M6).

Na disciplina de Topografia I Prática, a turma se dividia em dois grupos e tinha aulas com dois professores distintos, o professor pesquisador e o professor coordenador da Coordenadoria de Geomática. Por isso, as atividades de campo na Praça da Ciência (M7 a M10) foram feitas em datas diferentes para cada grupo, 14 e 20 de setembro de 2013. No entanto, os dois professores participaram das atividades de campo dos dois grupos.

Os cálculos e desenhos (M11) foram conduzidos pelo professor de Informática (professor pesquisador) e pelos professores de Desenho Assistido por Computador I, nos dias 25 e 26 de setembro de 2013.

A comparação, a discussão e decisão de validação ou não do modelo em questão (M12 a M14) aconteceram nas aulas de Informática, em 01 de outubro de 2013.

No dia seguinte, 02 de outubro de 2013, os alunos da turma N17 fizeram uma avaliação dessa sequência didática no mesmo modelo de avaliação feito pela turma N20 de 2012/2.

Aplicando 3^a vez e os resultados da turma N17 de 2013/1

Após as medidas, a turma N17 adotou procedimentos de cálculos parecidos com os procedimentos da turma N20. Ou seja, também utilizou a escala de 1:30.000.000.000, que é apresentada no equipamento ‘Sistema Solar em Escala’ e as distâncias Sol-planetas fornecidas ou escritas nos totens.

No entanto, alguns alunos aplicaram o fator de escala para reduzir as distâncias previstas nos totens de milhões de quilômetros para metros, enquanto que outros alunos fizeram o procedimento inverso, utilizando o fator de escala para aumentarem as distâncias medidas, topograficamente, de metros para milhões de quilômetros.

Trechos	Modelo Sistema Solar em escala		Distância medida (m)	Diferenças distâncias medida e reduzida	
	distância informada (km)	distância reduzida escala (m)		absoluta (m)	relativa (%)
Sol - Mercúrio	57.900.000	1,930	2,003	0,073	3,76%
Sol - Vênus	108.200.000	3,607	3,723	0,116	3,22%
Sol – Terra	149.600.000	4,987	4,612	-0,374	-7,51%
Sol – Marte	228.000.000	7,600	6,836	-0,764	-10,05%
Sol – Júpiter	750.900.000	25,030	24,911	-0,119	-0,48%
Sol – Saturno	1.430.000.000	47,667	48,611	0,945	1,98%
Sol – Urano	2.886.300.000	96,210	98,394	2,184	2,27%
Sol – Netuno	4.528.000.000	150,933	104,472	-46,461	-30,78%
Sol – Plutão	5.913.520.000	197,117	112,297	-84,820	-43,03%

Quadro 6. Comparação de distâncias entre o modelo de Sistema Solar previsto e o medido.

A turma debateu sobre o limite percentual a ser estabelecido como aceitável. Vale registrar que, nos debates dessa turma, até as dimensões dos totens e a posição em que a baliza ou a mira estadimétrica era associada ao totem, foram consideradas na definição de um limite em que essas dimensões e posições não interferissem. A turma N17 estabeleceu um limite máximo de 15% para as diferenças. O resultado foi polêmico, pois alguns alunos invalidaram o modelo e outros validaram, alegando que apenas dois pontos (planetas Netuno e Plutão) estavam em posições diferentes, acima de 15% num total de 10 pontos (Sol e 9 planetas).

Validação da sequência didática pelos professores

Um instrumento de análise, avaliação e validação dessa sequência didática foi elaborado, fundamentado no modelo proposto por Guimarães e Giordan (2011). Essa validação foi feita com base na avaliação de itens dessa sequência, agrupados em quatro eixos avaliativos: Estrutura e Organização; Problematização; Conteúdos e Conceitos; Método de Ensino e Avaliação.

Para Guimarães e Giordan (2011, p. 5), esse instrumento

Tem por objetivo principal garantir que as intenções de ensino propostas nas sequências encontrem apoio nas teorias e abordagens de ensino desenvolvidas no curso de especialização. O instrumento foi composto por 20 itens agrupados em 4 dimensões de análise, para cada um dos itens avaliativos deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: insuficiente, suficiente ou mais que suficiente. No que se refere ao entendimento de tais parâmetros, o item Insuficiente deve ser escolhido quando houver pouca ou nenhuma relação da SD com as questões associadas ao item; Suficiente quando os critérios forem atendidos basicamente e Mais que suficiente se existir alta relação entre o item avaliativo e a proposta apresentada na SD.

Na adaptação feita, à avaliação insuficiente foi atribuída a nota ou valor igual a 1; à avaliação suficiente, atribuiu-se a nota ou valor igual a 3; e à avaliação mais que suficiente; atribuiu-se a nota ou valor igual a 5. Os valores intermediários 2 e 4 também são aceitos como uma avaliação entre insuficiente e suficiente e uma avaliação entre suficiente e mais que suficiente, respectivamente.

Durante o mês de outubro de 2013, uma cópia da SD, como está apresentada no Quadro 4, e uma cópia desse instrumento de análise, avaliação e validação da SD foram distribuídas a dez professores que não tomaram parte dessa sequência e também aos três professores que estiveram envolvidos com a SD.

Além dos três professores que estiveram efetivamente relacionados com a sequência didática, também foram escolhidos professores de Matemática, Física e da Coordenadoria de Geomática, que não participaram das atividades da SD, para fazerem parte dessa avaliação. As avaliações desses professores, sem envolvimento

direto com a sequência, representam análises apoiadas em perspectivas diferentes, enriquecendo e diversificando a avaliação.

Foi explicado a cada professor a história do desenvolvimento dessa SD, seus objetivos pedagógicos e sua estrutura. Ademais, foi informado que essa sequência também foi utilizada como instrumento da minha pesquisa de mestrado. Por último, foi explicado o instrumento de análise, avaliação e validação da SD, sua organização em quatro eixos ou categorias, seus itens e as pontuações de 1 a 5.

Os três professores envolvidos e os quatro professores não envolvidos com a SD analisaram e avaliaram a sequência didática e devolveram o instrumento preenchido.

Para cada professor, foi feita uma média dos quatro itens que constituem o primeiro eixo avaliativo, Estrutura e Organização da SD. Também foram feitas as médias dos seis itens da Problemática, dos cinco itens de Conteúdos e Conceitos e dos cinco itens de Método de Ensino e Avaliação.

Os professores foram identificados por Professor 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Os resultados foram agrupados de três formas distintas: os resultados do grupo dos professores que não estiveram envolvidos com a SD; os resultados do grupo dos professores envolvidos; e os resultados gerais.

Média dos itens avaliados em cada eixo feita por cada professor não envolvido com SD				
eixo analisado	professor 1	professor 2	professor 3	professor 4
A – Estrutura e Organização	5	5	4,75	5
B – Problemática	4,67	5	4,67	5
C – Conteúdos e Conceitos	5	5	4,6	5
D – Método de Ensino e Avaliação	5	5	5	5
Média geral após análise e avaliação	4,9	5	4,8	5

Quadro 7. Resultados da avaliação da sequência didática feita pelos professores que não estiveram envolvidos com a SD

Por um lado, os professores não envolvidos com a sequência didática fazem uma avaliação emocionalmente mais isenta, mas por outro lado, conhecem a SD apenas pelo planejamento (Quadro 4).

Média dos itens avaliados em cada eixo feita por cada professor envolvido com SD			
eixo analisado	professor 5	professor 6	professor 7
A – Estrutura e Organização	4,25	4	5
B – Problematização	4,67	4	4,83
C – Conteúdos e Conceitos	4,4	4,4	4,8
D – Método de Ensino e Avaliação	4,8	4	5
Média geral após análise e avaliação	4,5	4,1	4,9

Quadro 8. Resultados da avaliação da sequência didática feita pelos professores que estiveram envolvidos com a SD

A avaliação dos professores envolvidos com a SD foi mais rigorosa.

Média dos itens avaliados em cada grupo	professores não envolvidos	professores envolvidos	média dos professores
eixo analisado			
A – Estrutura e Organização	4,9	4,4	4,7
B – Problematização	4,8	4,5	4,7
C – Conteúdos e Conceitos	4,9	4,5	4,7
D – Método de Ensino e Avaliação	5,0	4,6	4,8
Média geral após análise e avaliação	4,9	4,5	4,7

Quadro 9. Resultados da avaliação da sequência didática feita por todos os professores que responderam o instrumento.

Todas as notas médias dos grupos estão entre 4 e 5. Ou seja, os professores avaliaram que a estrutura e organização, a problematização, os conteúdos e conceitos, o método de ensino e a avaliação são maiores que suficientes e se aproximam muito da avaliação mais que suficiente.

Portanto, podemos considerar que essa sequência didática que já havia sido validada, empiricamente, na forma de pré-teste, também foi validada pelos professores do Ifes, com uma nota aproximada de 4,7.

Ampliando essa sequência didática

Sequência didática 2 para o curso de Geoprocessamento do Ifes Vitória			
Aula	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmicas
1			(M1) O professor recordará o levantamento topográfico feito na sequência didática para validação geométrica e científica do modelo ‘Sistema Solar em Escala’ da Praça da Ciência.
	Compreender a situação problema.	Conceituais. Atitudinais.	(M2) O professor apresentará a situação problema de investigar e propor soluções para o problema da validação geométrica desse modelo.
			(M3) Os alunos organizarão as atividades de mensuração de toda a Praça da Ciência, coletando dados através de estações totais

			topográficas e através de receptores GNSS, a partir de visualização dessa Praça no Google Earth.
2	Aproximar a educação formal dos espaços não formais de educação. Conhecer e compreender o Sistema Solar em Escala.	Atitudinais.	(M4) O professor e as turmas serão levados de ônibus do Ifes Vitória para a Praça da Ciência, e o professor aproveitará para comentar, novamente, sobre a possibilidade de existência de erro(s) nesse equipamento. (M5) Os alunos reconhecerão a Praça visualizada no Google Earth e conhecerão o equipamento ‘Sistema Solar em Escala’. Reconhecimento dos dois marcos topográficos (interior da Praça da Ciência e entrada da Ilha do Boi) que serão utilizados como referências nesse levantamento.
3 4 5 6	Escolher métodos de mensuração topográfica para determinado fim. Utilizar esse espaço educativo não formal para praticar Geoprocessamento.	Procedimentais de mensuração topográfica planimétrica e de mensuração com receptores GNSS.	(M6) Os alunos buscarão informações sobre a escala de distâncias desse ‘Sistema Solar em Escala’. Os alunos discutirão e definirão os métodos de mensuração. (M7) Os alunos do 4º período farão as medidas com os receptores GNSS, e os alunos do 3º período farão as medidas topográficas (ângulos e distâncias) necessárias para cadastrar toda a Praça da Ciência, especialmente do ‘Sistema Solar em Escala’.
7	Conhecer e utilizar os outros equipamentos e experimentos dessa Praça da Ciência. Relacionar conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar com conhecimentos técnicos.	Atitudinais. Conceituais.	(M8) Os alunos conhecerão e utilizarão os outros equipamentos da Praça da Ciência (relógio de sol, espelho de som, elevador de mão, ...). (M9) O professor e a turma serão levados de ônibus da Praça da Ciência para o Ifes Vitória, e na viagem de volta, o professor incentivará os alunos a refletir sobre como eles verificarão, a partir das

			medidas feitas, se o modelo está corretamente representado ou não.
8 9 10	Relacionar os conhecimentos científicos sobre o Sistema Solar com conhecimentos técnicos.	Conceituais de Astronomia (distâncias e unidades astronômicas) e de Geometria (plana e analítica). Procedimentais de Geometria (plana e analítica), Informática (planilha eletrônica e CAD), Desenho Geométrico e Desenho Técnico.	(M10) Com os dados obtidos no levantamento topográfico planimétrico, em outras palavras, com os dados obtidos nas mensurações feitas no momento M7, os alunos do 3º período utilizarão aplicativos computacionais de Topografia para criação e edição da caderneta de campo, cálculo da poligonal e distribuição dos erros, representação gráfica do levantamento topográfico feito na Praça da Ciência. (M10) Com os dados obtidos no levantamento com receptores GNSS, em outras palavras, com os dados obtidos nas mensurações feitas no momento M7, os alunos do 4º período utilizarão aplicativos computacionais para criação e edição de modelo da área levantada, representação gráfica desse levantamento feito na Praça da Ciência.
11	Comparar modelos do Sistema Solar (cientificamente aceito com o da Praça da Ciência).	Procedimentais de Geometria (plana e analítica), Informática (planilha eletrônica e CAD) e/ou Desenho Geométrico.	(M11) Os alunos compararão esse modelo da Praça da Ciência com o modelo geométrico e científico atual do Sistema Solar.
12	Propor limites para validação de modelo. Discutir a representatividade do modelo de Sistema Solar da Praça da Ciência.	Procedimentais de Geometria (plana e analítica), Informática (planilha eletrônica e CAD) e/ou Desenho Geométrico.	(M12) Os alunos discutirão as diferenças entre os modelos (científico e Praça da Ciência) e os limites para validarem o modelo do Sistema Solar em escala da Praça da Ciência.
13	Validar ou não o modelo do Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência.	Atitudinais.	(M13) Os alunos decidirão se o modelo do Sistema Solar da Praça da Ciência está representado corretamente em escala de

			distâncias (declarando a falsidade da lenda) ou está errado (declarando a pertinência dessa lenda científica urbana), em outras palavras, a turma promoverá a validação ou não desse modelo.
14 15	Elaborar proposta(s) de solução do problema.	Conceituais de geometria plana. Procedimentais de projeto geométrico e locação topográfica.	(M14) Propor solução ou soluções através de projeto geométrico para resolver esse(s) erro(s) do modelo do ‘Sistema Solar em Escala’. (M15) Estudar a possibilidade de locação dessa(s) proposta(s) na Praça da Ciência.

Quadro 10. Sequência didática ampliada.

Como as três turmas do Curso Técnico em Geoprocessamento do Ifes Vitória, que participaram da Sequência Didática para Validação Geométrica e Científica do Modelo Sistema Solar em Escala da Praça da Ciência, chegaram à mesma conclusão de que os planetas Netuno e Plutão estão, acentuadamente, fora das posições previstas, foi desenvolvida uma sequência didática mais ampliada, objetivando fazer um levantamento topográfico mais completo e preciso, a fim de produzir uma ou mais solução geométrica para esse problema e locar essa(s) solução(ões) ou projeto(s) na própria Praça da Ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito tempo, a humanidade utiliza os modelos como recurso de representação e explicação das situações reais ou naturais. Mas, modelo não é a realidade, por não conseguir representar completa e fielmente a situação real que se modelou. Portanto, modelos têm limites de representação.

Os modelos também são muito utilizados na pedagogia. Na área de ensino de ciências da natureza, a utilização dos modelos é feita de várias formas: esquemas, gráficos, fórmulas, figuras, maquetes e outros. Como a utilização dos modelos é muito intensa no ensino de ciências, é necessário discutir com os alunos os limites desses modelos.

O site da Praça da Ciência lista algumas utilidades do modelo em questão, Sistema Solar em Escala: “pode-se ter noção do tamanho dos planetas, das distâncias entre eles e das suas órbitas em torno do sol; além de compreender os movimentos dos planetas.” (VITÓRIA)

Esse modelo de Sistema Solar facilita muito a compreensão da relação entre os tamanhos e posições dos planetas. Mesmo não sendo objeto de discussão e estudo deste trabalho, o referido modelo não facilita a compreensão das órbitas e dos movimentos dos planetas, porquanto, nesse modelo de Sistema Solar da Praça da Ciência, cada planeta está representado com um totem fixo, dificultando a compreensão desses movimentos e órbitas.

Apesar de as turmas, que desenvolveram essa SD, não terem validado, totalmente, a representação geométrica do Sistema Solar em Escala, o modelo possibilita muito a compreensão das diferenças, relações e proporções entre as distâncias Sol-planetas e as distâncias entre os planetas.

Os pontos questionados no Sistema Solar em Escala podem ajudar a educação científica, desde que utilizados em atividades pedagógicas que promovam o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais.

Os conteúdos procedimentais desenvolvidos foram: mensuração, cálculos e desenhos topográficos planimétricos. Os conteúdos conceituais envolvidos foram: planimetria (topografia), geometria, escalas, modelos e astronomia do sistema solar. Os conteúdos atitudinais trabalhados foram: pesquisa, organização, trabalho em equipe, e tomada de decisão pela validação ou não de um modelo científico.

Apesar do planejamento da sequência didática ter buscado um equilíbrio entre os três tipos de conteúdos, a execução favoreceu os procedimentos e os conceitos. Trabalhar conteúdos atitudinais ainda não faz parte da cultura escolar, portanto, os debates e discussões demandam mais tempo.

Essa sequência foi aplicada com as turmas do primeiro período do Curso Técnico em Geoprocessamento, mas poderia ser aplicada com turmas de outros períodos desse Curso, utilizando outros equipamentos topográficos, como estações totais, e outros métodos de levantamentos, por exemplo, sistema de posicionamento por satélites.

A avaliação do professor foi de que a sequência consegue promover várias formas de integração: dos conteúdos da educação profissional com os conteúdos da educação científica básica; da educação formal com o espaço não formal de educação; e dos conteúdos atitudinais com os procedimentais e conceituais.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-34.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro : Contraponto, 1996.

BARROSO, Marta F.; BORGO, Igor. Jornada no Sistema Solar. **Revista. Brasileira de Ensino de Física,** São Paulo: v.32, n.2, p. 2502-1–2502-12, abr./jun. 2010.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União,** Brasília, 23 dez. 1996.

CASTRO, Maria Emilia Caixeta; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa (orgs). **Ensino de Ciências por investigação – ENCI:** módulo I. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CHASSOT, Ático. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação,** nº 22, p.89–100, jan./fev./mar./abr. 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

CHASSOT, Ático. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. 5^a edição revisada. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 4^a edição, Editora Cortez, 2011.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade.** São Paulo: Paz e Terra, 1967.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana. Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos sobre Sequências Didáticas: Tendências No Ensino De Ciências. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Campinas: ENPEC, 2011. **Trabalhos completos ...** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0875-3.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

GUIMARÃES, Yara A. F.; GIORDAN, Marcelo. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Campinas: ENPEC, 2011. **Trabalhos completos ...** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2013.

IFES. Coordenadoria de Geomática. **Projeto do Curso Técnico em Geoprocessamento.** Vitória, Ifes, 2009.

KRASILCHIK, Myriam. **Reformas e Realidade:** o caso do ensino das ciências. São Paulo em Perspectiva, 14(1), p.85–93, 2000.

KUENZER, Acácia Z. **Exclusão includente e inclusão e excludente:** a nova forma de dualidade estrutural que objetiva as novas relações entre educação e trabalho. In: SAVIANI, D.; SANFELICE, J. L.; LOMBARDI, J. C. (org.). **Capitalismo, trabalho e educação.** 3 ed. Campinas, Autores Associados, 2005.

RAMOS, Marise N. Possibilidades e Desafios na Organização do Currículo Integrado. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise N. (orgs.). **Ensino Médio Integrado:** concepção e contradições. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social:** funções, princípios e desafios. Rev. Bras. Educ. [online]. 2007, vol.12, n.36, p.474-492. ISSN 1413-2478.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M.. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências.** Ciência & Educação, v. 9, nº 2, p.177–190, 2003.

UNESCO. **A ciência para o século XXI:** uma nova visão e uma base de ação. Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003.

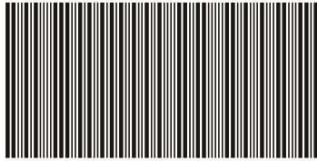
VITÓRIA, Prefeitura M.. Secretaria de Educação. **Praça da ciência:** estudo da ciência de forma lúdica. Disponível em <<http://www.vitoria.es.gov.br/seme.php?pagina=pracadaciencia>>. Acesso em 13/11/12.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar, Editora Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências.** Porto Alegre: Artmed, 2010.



ISBN - 978-85-8263-021-1



9788582630211