



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO FÍSICA LICENCIATURA

CLAUDIO MATEUS DA SILVA

**SISTEMA SOLAR: proposta de uma sequência didática baseada na
alfabetização científica**

CARUARU

2021

CLAUDIO MATEUS DA SILVA

**SISTEMA SOLAR: proposta de uma sequência didática baseada na
alfabetização científica**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Física da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de graduação em Física.

Área de concentração: Ensino de
Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

SILVA, CLAUDIO MATEUS DA.

SISTEMA SOLAR: proposta de uma sequência didática baseada na
alfabetização científica / CLAUDIO MATEUS DA SILVA - 2021.
54f.: il.;30 cm.

Orientador(a): TASSIANA FERNANDA GENZINI DE CARVALHO
TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Física -
Licenciatura, 2021.

1. Sequência didática. 2. Alfabetização científica . 3. Sistema solar. I.
CARVALHO, TASSIANA FERNANDA GENZINI DE II. Título.

530 CDD (22.ed.)

CLAUDIO MATEUS DA SILVA

**SISTEMA SOLAR: proposta de uma sequência didática baseada na
alfabetização científica**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Licenciatura em Física da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Licenciado em Física.

Aprovada em: 16/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho(Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Me. Gabriel Henrique de Lima (Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pelo apoio diário, pelas condições de estudo, amor e afeto.

A minha irmã, Camile, pela parceria única que temos, pelo amor, dedicação e amizade.

A minha prima, Alcione, por todos os ensinamentos, irmandade e amor.

A minha orientadora e professora Dr^a Tassiana Carvalho pela orientação em todos os momentos necessários, pelos ensinamentos e contribuições, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos, que dentro ou fora da universidade, colaboraram de uma forma muito ativa na construção do profissional e cidadão que sou hoje.

A todos os professores da graduação, em especial, às professoras Tassiana Carvalho e Carol Miranda por todo o incentivo.

A banca examinadora, pela disponibilidade, meu muito obrigado.

E, por fim, a meus avós que, mesmo com a falta de letramento, me ensinaram virtudes únicas. Em especial ao meu avô João (*in memoriam*) que partiu em 2021 vítima da COVID-19, meu eterno agradecimento.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas.
Pessoas transformam o mundo.” (Paulo Freire)

RESUMO

Partindo do pressuposto da alfabetização científica e de inovações metodológicas, a sequência didática, neste trabalho, busca viabilizar e alfabetizar alunos e alunas de Ensino Fundamental dos anos finais sobre o ensino de astronomia, com ênfase no Sistema Solar, utilizando-se de metodologias que promovem uma participação ativa dos estudantes. A sequência didática foi elaborada e aplicada em uma instituição educacional de rede particular, localizada no município de Bezerros, Agreste do estado de Pernambuco, em turmas de nonos anos, na modalidade híbrida e presencial. Com um ambiente facilitador e sociointeracionista, o uso da argumentação e interação entre os envolvidos se fez presente em grande parte do processo de ensino-aprendizagem. Através de atividades que buscavam um olhar crítico diante da situação proposta, os envolvidos contribuíram de forma ativa, com comentários e utilização de conhecimentos prévios, visto que o erro, na perspectiva pedagógica adotada, não é visto como punição, e sim como um passo para o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Sequência didática. Alfabetização científica. Metodologias ativas. Sistema solar.

ABSTRACT

Based on the assumption of scientific literacy and methodological innovations, this work aims to make viable and alphabetize students from the Ensino Fundamental later years about astronomy teaching, with emphasis in the Solar System, using methodologies that promote an active participation of the students. The didactic sequence was elaborated and applied on an educational institute from the private schools, located in the city of Bezerros, Agreste of Pernambuco state, with the grade niners, in the face-to-face and hybrid teaching modality. With a facilitator and socio interactionist environment, the use of argumentation and interactionism between the involved was present in a large part of the process of teaching-learning. Through the activities that searched for a critical eye facing the proposed situation, the involved actively contributed with comments and the use of prior knowledge, since the mistake, on the pedagogical perspective adopted, is not seen as a punishment but as a step to the teaching process.

Keywords: Didactic sequence. Scientific literacy. Active methodologies. Solar system.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Sequência didática baseada em ensino investigativo.....	18
Quadro 2 –	Avaliação diagnóstica.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

et al.	e outro
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
SD	Sequência didática
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
Prof(a)	Professor(a)
Dr(a)	Doutor(a)
Me	Mestre
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
AD	Avaliação diagnóstica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO.....	15
2.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	15
2.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....	16
3	METODOLOGIA.....	19
4	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SISTEMA SOLAR E ANÁLISE DE SUA APLICAÇÃO.....	23
5	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	35
	APÊNDICE A- PLANOS DE AULA.....	38
	ANEXO A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	45
	ANEXO B – ROTEIRO JURI SIMULADO.....	46
	ANEXO C – TEXTO BASE.....	51

1 INTRODUÇÃO

Com o avançar da sociedade atual, busca-se sempre renovar as metodologias de ensino com o objetivo de fugir do tradicional, a fim de evitar metodologias que tiram o protagonismo do aluno e que passam pela premissa de que a transmissão de conhecimento acontece partindo do sujeito ativo (docente) para o sujeito passivo (discente). Afinal, como defende Paulo Freire (1987, p. 44): “Ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo” .

Nesse sentido, esta sequência didática se deu através de atividades (aulas) previamente desenvolvidas com o objetivo de proporcionar aos alunos uma participação mais ativa, permitindo que cada sujeito pudesse compartilhar seus conhecimentos prévios e produzir novos conhecimentos no momento de interação com os colegas; por sua vez, o docente atuou no sentido de promover a conexão entre o conhecimento espontâneo e o científico.

Reconhecendo que sempre haverá a necessidade de adaptação referente ao letramento científico da turma, utilizamos a transposição didática como um “recurso” que se dá através da análise do movimento do *saber sábio* para o *saber a ensinar* em conexão com *saber ensinado* que, em outras palavras, é a transição do conhecimento *que os cientistas descobrem* para o conhecimento *que está nos livros didáticos* em conexão com o *vivenciado em sala de aula*, conforme defende Chevallard:

Um conteúdo do saber que tenha sido designado como saber a ensinar, sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. Este “trabalho” que transforma um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de transposição didática. (CHEVALLARD, 2005, p. 45).

Outra questão de extrema importância, nesse processo de conexão entre os conhecimentos, é a linguagem científica, que vai além da linguagem verbal, pois entende-se que, para ter um entendimento completo da ciência, o sujeito deve compreender todas as formas de linguagens, como as leituras e interpretações dos gráficos, domínio da linguagem matemática, leitura dos mapas, etc.

A respeito disso, Carvalho (2017, p. 7) afirma que:

A linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam para expressar suas construções, de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico. Temos de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada uma das disciplinas utiliza, além da linguagem verbal, para a construção de seu conhecimento.

Com o intuito de viabilizar o processo de Alfabetização Científica, tanto no momento do planejamento da sequência quanto na sua aplicação, o professor deve aproximar os conceitos científicos com a realidade e o contexto social do aluno. Desse modo, a criação da sequência didática é uma etapa relevante, uma vez que, sabendo do objetivo escolar e conhecendo a realidade do contexto em que os discentes estão inseridos, o professor deve possibilitar momentos em que os alunos consigam compartilhar seus conhecimentos prévios e argumentar sobre os conceitos discutidos.

Vale destacar que a noção da criação de uma sequência, adotada nesta pesquisa, é tomada de empréstimo de Carvalho (2013, p. 9):

Dentro deste contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento

espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Desse modo, uma sequência didática (doravante SD) deve seguir uma estrutura lógica. Partindo dos estudos de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p.97) “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Nesta pesquisa, utilizaremos atividades de cunho argumentativo a fim de causar uma tendência nos sujeitos envolvidos.

O procedimento da SD deve ser exercido em um intervalo de tempo relativamente curto, com ritmo adaptado aos cenários de aprendizagem dos alunos, além de conter atividades e exercícios variados, provocando reflexões sobre a temática e promovendo a autoavaliação do aluno, na qual o discente deve sempre avaliar, na atividade ou exercício proposto, quais habilidades ele já sabe e quais habilidades não sabe, pois acredita-se que o erro não deve ser visto como um momento de punição para o aluno, mas sim um momento para evolução da aprendizagem “o erro não é fonte de castigo, mas suporte para o crescimento”, como afirma Luckesi (2002, p. 07).

A avaliação diagnóstica (AD) é vista como pontapé inicial para auxiliar professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem, pois é no ato do “erro” que o professor deve entender e articular a inserção de novos saberes. Para Barrios (2002, p. 73) “os erros são fontes inesgotáveis da aprendizagem. É o saber que vem dos próprios erros”. Com base nisso, o erro é visto, na perspectiva pedagógica adotada, como instrumento didático e deve fazer com que os alunos se questionem, estimulados pelo docente, para que através de reflexões, consigam prosperar no processo da aprendizagem. Além disso, faz-se necessária a realização de atividades que forneçam uma contextualização do saber construído, para que eles possam perceber a importância das aplicações físicas no meio em que estão inseridos.

Partindo disso, essa pesquisa busca elaborar e aplicar uma sequência didática sobre o sistema solar, para turmas de nono ano do Ensino Fundamental, através de atividades e aulas que incentivam a participação mais ativa dos alunos, viabilizando o uso da argumentação como foco do desenvolvimento da aprendizagem, demonstrados nos objetivos a seguir:

Objetivo geral

Elaborar e aplicar uma sequência didática sobre o sistema solar, para turmas de nono ano do ensino fundamental.

Objetivos específicos:

Realizar atividades que viabilizem o uso da argumentação, por parte dos discentes, como foco do desenvolvimento da aprendizagem.

Possibilitar um ambiente sociointerativo e atividades que se baseiam em metodologias ativas.

Promover, por meio da sequência didática, produções orais e escritas, com vistas ao desenvolvimento da argumentação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos para a construção da sequência didática e posteriormente uma discussão sobre os processos de alfabetização científica e a construção do conhecimento científico.

2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é um aglomerado de atividades e aulas interligadas cujo planejamento busca atrelar conteúdos em etapas, ou seja, aumentando a dificuldade em função dos conhecimentos adquiridos. Como afirma Zabala (1998, p. 18), SD 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 pelo professor como pelos alunos”.

Ao pensar em SD é necessário levar em consideração os conhecimentos prévios dos sujeitos, por isso a utilização de avaliação diagnóstica e reflexões, que são sempre bem vistas em primeiros encontros com a turma. No percurso da SD, o docente deve aumentar a complexidade das atividades, conforme os objetivos forem alcançados, com reflexões e desafios mais embasados e atividades mais desafiadoras. Entretanto, professores que organizam atividades apenas buscando o interesse e o conhecimento prévios dos alunos não necessariamente terão um bom resultado, pois, neste caso, a temática ficará apenas na superficialidade, devido a isto, o professor deve se utilizar dos conhecimentos prévios, a fim de se aproximar da realidade do aluno, assim como deve transpor seus conhecimentos prévios em termos e conceitos científicos.

Portanto, ao planejar as aulas da SD, o docente deve elaborar uma boa transposição, ou seja, no nível adequado para ministrar os conteúdos, como também introduzir a linguagem científica. Para Chevallard preparar aula:

[...] é sem dúvida trabalhar com a transposição didática, (ou melhor, na transposição didática); jamais é *fazer* a transposição didática. Quando o professor intervém para escrever essa variante local do texto do saber que ele chama *seu curso* ou para *preparar seu curso* (quer dizer, para concretizar o texto do saber ou desfiar de suas próprias palavras), já faz tempo que a transposição didática começou.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O ensino deve proporcionar aos discentes condições que validem os seus conhecimentos prévios, para iniciar a construção de novos conhecimentos, neste caso, conhecimento científico. Devido a isso, acreditamos na importância de se criar na sala de aula um ambiente motivador, em que o aluno possa ampliar sua cultura científica e adquirir a linguagem científica (SASSERON e CARVALHO, 2008).

Com isso, criar um ambiente que permita ao aluno questionar, interagir com o professor e com os outros colegas se faz necessário para a SD, pois são em momentos de interação que o sujeito com mais experiência com a alfabetização científica, nesse caso o professor, mediará o aluno para a utilização adequada dos termos, através do uso da argumentação. A visão sociointeracionista apresenta a importância, em um processo de aprendizagem, da interação social com outros mais experientes nos usos de ferramentas intelectuais. A implicação desse fato para o ensino de Ciências é que as interações entre os alunos e, principalmente, entre professor e alunos, devem levá-los à argumentação científica e à alfabetização científica (SASSERON e CARVALHO, 2011).

A linguagem cotidiana do aluno deve ser utilizada com objetivo de aproximar o conteúdo à realidade dos sujeitos, por isso a importância do docente conhecer as realidades, ambientes e condições em que os sujeitos estão inseridos, para fortalecer a comunicação e aprimorar a alfabetização científica, da mesma forma que a linguagem trazida pelos alunos deve ser transformada em uma linguagem aceita pela comunidade científica, pois essa transformação tem um papel extremamente importante na construção do conhecimento e da alfabetização científica como afirma Lemke (1997):

[...] ao ensinar ciência, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam a palavras como papagaios. Querem que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras [...] mas estas devem expressar os mesmos significados essenciais que hão de ser cientificamente aceitáveis (LEMKE, 1997, p. 105)

Pensamentos e raciocínios sistematizados por “se” / “então” demonstram que uma linguagem argumentativa está se formando, entretanto, na linguagem científica, a alfabetização deve ser constituída em diversos tipos de linguagens, como mostra Carvalho (2013) através dos estudos de Márquez et al. (2003). Os processos que viabilizam a interação nos diversos campos da linguagem são:

- a cooperação, quando uma linguagem reforça o significado da outra. Podemos dar como exemplo um professor que, ao discutir um gráfico ou um mapa, vai também indicando com gesto e expressando verbalmente o que quer demonstrar. Assim ele está cooperando, isto é, mostrando o mesmo significado com as três linguagens: a verbal, a gestual e a gráfica;
- a especialização, quando uma das linguagens adiciona novo significado à outra.

Para alcançar êxito, o professor, no ato do planejamento da sua sequência didática e na execução, deve proporcionar um ambiente que condiz com a proposta. Com atividades argumentativas interacionistas, que normalmente são as primeiras atividades propostas pelo professor, mas também atividades de escrita ou/e desenho, para alcançar uma aprendizagem individual. Neste sentido, Oliveira e Carvalho (2005) enfatizam que o diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de Ciências, pois, como o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento.

A respeito disso, Vygotsky (2002) destaca o eficaz papel da linguagem tanto na formação do pensamento quanto na formação do caráter do indivíduo. A concepção de sujeito que nasce desta teoria é de um sujeito que constrói o seu conhecimento através da interação social, ao longo de um processo histórico, cultural e social. Pode-se considerar a sala de aula como um espaço para a construção do conhecimento através da interação e debate de ideias, no qual o erro é parte do processo ensino-aprendizagem, que não deve ser desconsiderado. Nesta perspectiva, o referencial histórico-cultural apresenta uma nova maneira de entender a relação entre sujeito e objeto no processo de construção do conhecimento, uma vez que a troca entre os sujeitos facilita a internalização de conhecimentos, papéis e

funções sociais, o que permite a constituição de conhecimentos e da própria consciência (SILVA et al, 2018).

Em debates vivenciados em sala de aula, o uso da argumentação faz-se presente em todo o processo, por isso a importância de um ambiente facilitador para que todos tenham voz a fim de acrescentar e discordar quando necessário, com isso, em conversa com o modelo de Toulmin, Capecchi e Carvalho afirmam que:

O modelo de Toulmin é uma ferramenta poderosa para identificar a estrutura de argumentos científicos. Este modelo pode mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético. Também pode realçar as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores modais ou de refutações pode indicar uma compreensão clara do papel dos modelos na ciência e a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas. Se os alunos puderem entrar em contato com argumentos completos, prestando atenção nestas sutilezas, possivelmente estarão compreendendo uma importante faceta do conhecimento científico. (CAPECCHI & CARVALHO, 2000, p. 190-191).

Debates, provas e outras atividades são momentos em que os professores avaliam os alunos. Todavia, esses momentos devem ocasionar no professor interesse nos erros cometidos, para que através da análise e/ou correção possa contribuir para que o aluno identifique a origem do erro e assim superá-lo. La Taille (1997) nos diz que o erro pode ser fonte de tomada de consciência. Deste modo, o educador tem um importante papel de mostrar para o educando que o erro não será visto como forma de punição ou reprovação, mas sim de um momento crucial para o processo de aprendizagem. La Taille (1997) sinaliza a seriedade do professor em manter uma comunicação saudável e clara durante a correção dos erros, pois no ato da correção, o docente deve tomar cuidado na forma de corrigir as produções e comentários dos alunos, pois há ação do professor ocasiona uma reação no aluno, portanto, uma correção de forma não punitiva e sim formativa fará parte do processo de toda a SD.

3 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado, no desenvolvimento da pesquisa, é propor e aplicar uma SD, abordando o Sistema Solar, conteúdo indicado pela BNCC para o 9º ano do Ensino Fundamental. Foi escolhido o sistema solar como temática desta sequência a fim de contemplar as bases curriculares do ensino fundamental com execuções mais lúdicas e menos decorativas. A SD foi aplicada em uma escola da rede particular, localizada no município de Bezerros, Agreste do estado de Pernambuco. Ela foi desenvolvida em duas turmas de 9º ano, que serão indicadas, a partir de agora, 9º ano “A” e 9º ano “B”. No total, haviam 24 alunos frequentando aulas presenciais na turma A, e 27 alunos na turma B, sendo que desses, 20 estavam frequentando aulas presenciais e 7 de modo remoto.

A escola na qual foi aplicada a SD adota o modelo híbrido durante a pandemia da COVID-19, além de cumprir o distanciamento social, o uso de máscaras e todas as indicações sanitárias solicitadas pelas organizações. A sala de aula comporta *internet* a cabo, *wi-fi* e utiliza, como plataforma de interação com os alunos, no modelo remoto a *Plurall*, e em aulas síncronas o *Google Meet*.

Nesta escola, os conteúdos vistos como ciências sofrem uma divisão entre Física, Química e Biologia, seguindo os pressupostos da BNCC, publicada em 2018. Comportando os conteúdos de física em Matéria e Energia, e Terra e Universo, caberá apenas nessa SD contemplar os conteúdos de Terra e Universo, que abordam o assunto de sistema solar, nos quais podemos destacar as seguintes habilidades, propostas pela BNCC (BRASIL, 2018, p. 351).

- (EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
- (EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).

Ao utilizar os conhecimentos teóricos para o planejamento e interações didáticas das SD, o trabalho aqui desenvolvido será dividido em 10 aulas, contemplando o IV bimestre do ano letivo, como mostra o Quadro 01 abaixo:

Tempo	Objetivos	Atividades
1ª aula 50 minutos	Apresentar a sequência didática Conhecer os conhecimentos prévios dos alunos.	Avaliação diagnóstica-respondido em sala de aula.
2ª aula 100 minutos	Discutir aspectos sobre o funcionamento do sistema solar desde o geocentrismo ao modelo atual. Explicar todos os planetas do sistema. Desmistificar o caso de Plutão.	Aula dialogada apresentada por slides.
3ª aula 100 minutos	Pesquisar com detalhes informações sobre os planetas do sistema solar, plutão e sol. Desenhar e relatar características do planeta, planeta anão ou estrela pesquisada.	Criação de um modelo em cartolinas com o uso de canetas coloridas e outros recursos.
4ª aula 50 minutos	Socializar ideias pesquisadas na aula anterior. Expor os modelos feitos.	Apresentação dos modelos criados e exposição no interior da sala.

5ª aula 150 minutos	Fazer, de forma escalonada, uma representação próxima do sistema solar. Medir maquetes relacionando as dimensões astronômicas. Analisar tamanhos e distâncias dos planetas referentes ao sol e outros planetas.	Criação de uma maquete sobre o sistema solar em escala.
6ª aula 300 minutos	Defender pautas a respeito da terra plana e terra como uma geóide. Argumentar utilizando de conhecimentos científicos e/ou referências acadêmicas.	Júri simulado.
7ª aula 50 minutos	Avaliar e discutir o comprometimento e contribuição individual dos envolvidos no júri.	Autoavaliação.
8ª aula 100 minutos	Debater sobre condições de uma vida fora da terra. Compreender a importância do cuidado com o planeta terra.	Debate gerado através da leitura e entendimento do texto "Procura de vida fora da Terra"
9ª aula 120 minutos	Avaliar a evolução diante da aplicação da sequência.	Avaliação formulada por dez questões objetivas.
10ª aula 50 minutos	Reavaliar os conhecimentos prévios. Contemplar o avanço diante os conhecimentos adquiridos.	Refazer a avaliação diagnóstica e comparar com as respostas anteriores.

QUADRO 01

Conforme mostra a tabela acima, a nossa intervenção didática tem como base o conceito de sequência didática de Dolz e Schneuwly (2011), a qual se

organiza em torno da execução de atividades em módulos, sendo que, no primeiro momento, realizamos uma atividade diagnóstica (AD), por meio da qual buscamos identificar os conhecimentos prévios dos alunos com vistas à promoção de atividades que possibilitassem a superação de habilidades ainda não atingidas por eles. Ainda baseado no conceito dos autores, realizamos uma sequência de atividades durante todo o processo, as quais foram desenvolvidas com o objetivo de fornecer condições aos sujeitos de produzir uma atividade final, que nesta sequência, foi a reaplicação da AD.

4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SISTEMA SOLAR E ANÁLISE DE SUA APLICAÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma análise aula a aula da sequência didática aplicada.

Primeira aula: Avaliação Diagnóstica

Neste momento, a utilização de Avaliação Diagnóstica (AD) se fez necessária com o propósito de conhecer e analisar o vocabulário dos discentes diante do assunto proposto, compreender a organização lógica e conhecimento prévios com intenção de contribuir para a ressignificação das concepções. Em concordância com Ausubel (2002) e Moreira (2006):

A aprendizagem significativa somente será possível a partir do momento em que o professor, como um investigador, passe a compreender não apenas as fragilidades, mas também as potencialidades de seus estudantes em atribuir significados aos conceitos científicos que se deseja ensinar, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva. Esses conceitos, quando significados pelo estudante, podem tornar-se possíveis subsunções que interagirão com os novos conceitos da matéria de ensino.(SILVEIRA, 2015, p. 3).

A AD foi inspirada pelo artigo de Silveira et. al, (2011). Totalizando nove questionamentos e um cronômetro de cinquenta minutos para resolução, os alunos no modelo presencial responderam no questionário impresso e os alunos remotos responderam o mesmo questionário em um formato *on-line*. As questões, bem como os parâmetros avaliativos são apresentados no Quadro 2.

Nº	Questionamentos	Parâmetro
Questão 01	Ao longo do ano, mudam as constelações que estão no céu? Justifique sua resposta	Translação da terra
Questão 02	“Ao olharmos para uma estrela, vemos o passado dela.” Essa afirmação faz sentido? Explique o que ela quer dizer.	Vida das estrelas
Questão 03	Quais são os planetas do Sistema Solar?	Organização do sistema solar.

Questão 04	Como explicar o fenômeno conhecido como “estrela cadente”?	Vida das estrelas
Questão 05	O que são asteroides, cometas e meteoritos?	Nomenclatura de corpos celestes
Questão 06	Quais são os corpos celestes/astros que tem no Sistema Solar?	Nomenclatura de corpos celestes
Questão 07	O que existe no céu?	Observação do céu
Questão 08	Para onde vão a Lua e as estrelas durante o dia?	Localização e movimento do Sol e da lua.

QUADRO 02

No ato da análise da AD foi notório a presença de conhecimentos prévios e do senso comum, como também a presença de respostas cientificamente equivocadas. Entretanto o objetivo da AD foi atingido, pois a partir destas análises foi possível conhecer um pouco mais dos conhecimentos prévios dos sujeitos e com base nisso foi possível conceber a revisão no planejamento da sequência didática. Algumas respostas demonstraram uma forte visão religiosa como o exemplo da questão 04, na qual a justificativa para a resposta apresentada recorrente era:

Questionamento: Como explicar o fenômeno conhecido como “estrela cadente”?

Resposta do sujeito 01: “Estrela na qual fazemos desejos”

Nesta resposta, podemos observar a forte conexão com o senso comum, mostrando a junção entre mito e ciência. Pautado nisso, foi possível planejar a aula partindo deste mito, a fim de introduzir o conceito de estrelas cadentes, como também, abordar o conceito baseado nos conhecimentos e linguagem científicos.

Entretanto também houve respostas bem precisas e coerentes com os modelos científicos.

Com isso, ressalto a importância de avaliações diagnóstica, como análise qualitativa, no início de um novo conteúdo, com o objetivo de conhecer os conhecimentos prévios dos alunos, algo que se faz sempre necessário para iniciar o processo de ensino-aprendizagem e fornecer ao professor o poder de organizar estratégias didáticas que permitam ao estudante ir além dos pontos detectados no ato da análise (JORBA E SANMARTÍ, 1994).

Outro exemplo identificado de conhecimento equivocado cientificamente foi encontrado na questão 01:

Questionamento: Ao longo do ano, mudam as constelações que estão no céu? Justifique sua resposta

Resposta do sujeito 02: “Rotação da terra”

Nessa resposta fica notória a ausência de diferenciação do conceito de rotação e translação da Terra, conteúdo já visto pelos alunos no Ensino Fundamental, anos iniciais. Em decorrência disso, foi acrescentado no planejamento da aula dialogada um slide referente a essa temática, uma vez que este conteúdo já havia sido abordado em momentos anteriores, a fim de discutir a diferença na utilização desses dois termos.

Ainda em relação à questão 01, outra resposta foi:

Resposta do sujeito 03: “Movimento da terra”

Neste comentário, nota-se a falta de afinidade entre os conceitos de rotação e translação da terra, ou ainda pode demonstrar uma falta de vocabulário científico. Com base nesses e outros comentários, foi possível transpor a sequência didática para uma realidade mais próxima dos sujeitos, a fim de utilizar os *erros* diante a SD como combustível motivador para elaboração dos planos, referências bibliográficas e metodologias.

Segunda aula: Aula interacionista Sistema solar

A aula totalizou um tempo de cem minutos em cada turma e foi ministrada de forma que a interação dos alunos fosse extremamente participativa. Na aula foram abordados todos os planetas do sistema solar, especialmente o caso de Plutão, e também os cinturões de asteroides e de Kuiper, estrelas cadentes e alguns outros corpos celestes do Sistema Solar. Sempre induzindo os sujeitos a interagirem através de questionamentos contínuos, como mostra o Apêndice 02.

Para o planejamento desta aula, foi necessário fazer uma Transposição Didática, ou seja, estabelecer limites conceituais e linguagens em algumas situações. Pois, se tratando de alunos do Ensino Fundamental, o professor precisava abordar questionamentos e implicações que são associadas ao nível da turma. Para Chevallard, esta abordagem parte da necessidade contínua do professor de se vigiar em questões epistemológicas e da sua função como docente;

[...]uma ferramenta que permite recapacitar, tomar distância, interrogar as evidências, pôr em questão as idéias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Em uma palavra, é o que lhe permite exercer sua vigilância epistemológica. (CHEVALLARD, 1991, p.16)

No momento inicial desta aula, não foi comum a participação dos alunos, visto que o conteúdo estava muito introdutório. Entretanto, na passagem dos slides, questionamentos e reflexões foram sendo inseridas, como por exemplo: “por que o dia em Júpiter *passa mais rápido*”, e nestes momentos, iniciou-se uma participação maior entre os envolvidos, com posicionamentos bem coerentes diante do conhecimento científico, como também de conhecimentos prévios e suposições do senso comum. Muitos alegaram a força da gravidade como principal fonte de energia que gerasse a velocidade da rotação; outro grupo afirmou que seria pela proximidade do planeta com o sol. Com isso, a intervenção do professor como mediador foi necessária, a fim de sanar as dúvidas e demonstrar, através de fatos científicos, o caminho mais adequado para resolução dos questionamentos.

Terceira aula: Atividade

Esta aula foi provida de cartolinas, canetas coloridas, lápis, giz de cera entre outros materiais individuais dos alunos. A turma foi dividida em dez grupos, cada equipe ficou responsável por representar um dos oito planetas do sistema solar, o sol ou o Plutão. Tinham como desafio elaborar, pintar, escrever sobre o seu objeto de estudo e categorizar algumas informações como: estrutura, distância em relação ao sol, curiosidades e tamanho. Para pesquisa, os alunos usufruíram do *livro didático* e da *internet*. Nesta etapa, foi motivada aos alunos uma pesquisa elaborada, instruídas com parâmetros estabelecidos, como também, com liberdade durante o processo. Os alunos no modelo remoto receberam a mesma proposta porém de forma individual.

Alguns alunos relataram o reconhecimento do conceito de *unidade astronômica* (UA), algo que foi tomado como conhecimento através da pesquisa deles, sem interferência ou solicitação do professor. Com isso, notamos a presença do processo de investigação científica, pelos olhares dos pesquisadores Wanderley(1999) e Moura (1995), podemos dizer sobre a importância de:

[...] possibilitar ao aluno a vivência do processo de investigação científica e a compreensão da sua importância [...] buscando-se contribuir para a formação do espírito científico do aluno (Wanderley, 1999, n.p e Moura, 1995, n.p)

Quarta aula: Socialização de ideias

Neste momento, os alunos compartilharam com seus colegas sua pesquisa através da comunicação oral e apresentação dos cartazes. Nessa apresentação, notou-se a presença de conhecimentos científicos ainda não trabalhados em sala de aula, vindo espontaneamente deles. Os participantes de outros grupos tinham como contribuição questionar (quando necessário), fazer alguma colocação ou comentário e, caso o grupo não conseguisse a resposta de imediato, ficaria responsável por trazer as respostas nas aulas seguintes ou compartilhar no grupo de *WhatsApp* da disciplina vigente.

No geral, os grupos foram questionados a respeito da coloração dos planetas, entretanto o grupo de alunos que mais obteve questionamentos foi o responsável por Júpiter, eles receberam questionamentos a respeito da interferência das 79 luas no planeta e da interferência dos outros satélites conhecidos. A equipe, neste momento, não conseguiu obter todas as respostas, mas como foi dito

anteriormente para os alunos, a equipe ficou responsável por trazer em outro momento as respostas, o que ocorreu e foi muito interessante ver como os questionamentos passavam um ar de busca pelo conhecimento e não somente para suprir uma curiosidade momentânea.

Logo em seguida, foi feita uma exposição no interior da sala dos objetos estudados, de forma sequencial, uma vez que os alunos desenharam e pintaram seus trabalhos, a sala de aula foi colorida. Fazendo, assim, um ambiente mais harmônico e com contribuições diretas dos envolvidos.

Quinta aula: Sistema solar em escala

Nesta ocasião, juntamente com a disciplina de Geometria, foi proposto que os alunos executassem, em forma de maquete, uma representação do sistema solar utilizando-se de escalas. Com isso, reforço a importância da interdisciplinaridade entre as ciências

Embora dito e redito que a ciência moderna tem como inerente à sua própria instituição os métodos analíticos de Galileu e Descartes, é sempre bom lembrar que no pensamento deste último está presente o desejo de reconstituição da totalidade e a necessidade das conexões entre as ciências (POMBO, 1994, p. X).

Os alunos que participavam de forma remota puderam esboçar uma representação em escala através de uma avenida ou rua, com o auxílio de aplicativos como o *maps* ou *google maps*. Foi disponibilizado o total de três aulas para execução e seguiu a mesma equipe da terceira aula. Havia a necessidade do preenchimento de uma tabela, a fim de comparar o modelo feito com a realidade do sistema solar e conferir se o escalonamento estava coerente com o tamanho da maquete.

Uma vez que o estudante tenha acesso aos números referentes às distâncias entre os planetas, não necessariamente ficará possível o entendimento dimensional, pois se trata de uma grandeza astronômica, algo que não se faz presente em nenhuma situação da realidade das grandezas terrestres. Para Duque et. al (2016, p. 2):

Ao ler os números que representam as distâncias entre os planetas e o Sol ou o tamanho equatorial dos planetas dissociados de imagens que representem a proporção correta das dimensões e distâncias entre os

astros, o educando não conseguirá formar uma percepção da estrutura do Sistema Solar condizente com a realidade.

Com isso, a utilização de um modelo em escala tornou o entendimento mais preciso por parte dos envolvidos, uma vez que o modelo feito se aproximava de escalas da realidade. Como afirma Piaget (1997, p 379): “o sujeito não pode conhecer os objetos a não ser agindo sobre eles” .

Sexta aula: Júri Simulado

O júri simulado foi proposto muito antes da aplicação da SD, os discentes gozaram de um intervalo de tempo de dois meses para estudos, criação de repertório, reuniões e planejamentos para a execução do júri simulado a respeito do tema: Terra plana x Terra esférica.

Neste dia, a turma “A” defendeu que o formato da Terra seria plano e a turma “B” defendeu o contrário, afirmando que a Terra teria o formato de um geóide. O trabalho teve a duração de uma manhã completa. O evento contou a presença de Aquiles Santos, aluno de Licenciatura em Matemática ocupando a função, de forma simbólica, do juiz. O corpo de júri foi formado por Robson Borba, aluno de Licenciatura em Física, Carol Ordônio, aluna em Licenciatura em Física e Profª Nathália Barros, física formada pela UFPE.

No desenvolvimento do júri, foi notório a utilização exitosa dos conceitos científicos, da linguagem científica original e referenciada na exposição dos argumentos apresentados, contribuindo de forma positiva para a formação dos discentes, tanto quanto para os ouvintes. Segundo Boavida (2005, p. 67) as práticas que tem como competência argumentativa envolvendo os alunos possibilita a capacidade do diálogo e pensamento crítico

[...] a capacidade de dialogar remete para uma atitude de abertura nas relações com o outro que se torna efetiva pelo desejo de comunicar e pela disposição para ouvir; a capacidade de pensar remete para uma atitude crítica e de atenção; a capacidade de optar e se comprometer remete para indivíduos que procuram assumir as suas posições de forma esclarecida e, neste processo, assumem uma atitude interveniente e empenhada. O lugar que a argumentação ocupa num dado contexto reflete o peso que a liberdade de reflexão e ação aí conquistou.

A plateia foi composta pelos integrantes das turmas envolvidas, mas também por alguns alunos de outras turmas, professores e coordenadores. Ressalto que o

convite não foi estendido para toda a comunidade escolar pois o auditório da escola não comportava a todos, devido ao distanciamento social, entretanto os alunos de modelo remoto e convidados prestigiaram o momento através do *Google Meet*. O roteiro do júri simulado foi tomado por empréstimo do *Moodle* UFPA, adaptado pelo Professor Adjunto do I do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA, Leandro Passarinho. Encontra-se no Anexo 02.

Sétima aula: Avaliação do júri simulado

A avaliação do júri foi feita de forma coletiva, cada turma tinha um integrante nomeado por secretário, cuja uma de suas funções seria o preenchimento de um diário de campo, tomando nota, datando as reuniões (todas *on-line*), presença e contribuições dos envolvidos. Nesta aula, cada aluno fez sua auto-avaliação, como também, avaliavam-se como turma e foi debatido sobre a contribuição de cada um para o desenvolvimento da atividade proposta.

Além disso, foi solicitado na plataforma *Plurall*, uma dissertação de cunho argumentativo sobre o tema do júri simulado na qual os alunos puderam expressar sua opinião sobre o tema abordado. Nessa dissertação, foi evidente a presença de conhecimentos científicos, pautados e referenciados, de acordo com o nível escolar dos alunos, sobre o tema abordado. Como exemplo, temos um trecho, retirado da dissertação de um uns alunos:

Recorte da resposta do sujeito 04, referente a dissertação a respeito do tema abordado no júri.

Em meu texto, defenderei a terra em seu formato de geóide, no caso, o verdadeiro formato da terra. De início, existe a gravidade, que atua contra a teoria da terra plana, onde a gravidade que conhecemos puxa as coisas para o centro da terra, portanto a terra não poderia ser plana, e mesmo que fosse, a gravidade puxaria todo o planeta para o seu próprio centro, formando um geóide novamente. Outro ponto são as fotos que temos do planeta Terra da perspectiva do espaço, onde não vemos as bordas de gelo, fotos essas que os terraplanistas dizem ser forjadas ou manipuladas, mas não haveria razão para a NASA manipular fotos e vídeos do espaço, nem por motivos econômicos, que também não fazem sentido, e o terceiro ponto contra a Terra plana que trago é a própria Austrália, pois sabemos que na

teoria da Terra plana, a existência da Austrália é negada, e como sabemos, a mesma existe, e isso por si só já quebraria toda a teoria, e por fim, não existem fatos que comprovem a Terra plana, e na minha opinião, nunca existirão [...].

Oitava aula: Debate

O debate desta aula foi proposto através de um texto-base sobre “Procura de vida fora da Terra” lido pelos sujeitos antecipadamente e explanado durante a aula. Neste momento foi perceptível a evolução perante a linguagem científica dos envolvidos, os termos já utilizados neste momento já não faziam jus aos termos escritos na avaliação diagnóstica (primeira aula), mesmo que ainda permanecessem resquícios, havia agora um acréscimo de uma linguagem mais formal, mais científica, através do uso de dados e referências.

A utilização de conhecimentos referentes às condições de morada em outros planetas do nosso sistema solar foi inserida, usufruindo de conceitos como gravitação, temperatura, elementos que constituíam o planetas e sua atmosfera (ou ausência). Entretanto, surgiu argumentos que direcionaram o debate para outro caminho, como por exemplo na turma A:

Comentário do sujeito 05 durante o debate: *“Ao invés de sairmos do planeta Terra, porque não cuidamos dele?”* , após esse comentário novas temáticas surgiram, como o efeito estufa, mudando um pouco o caminho inicialmente traçado, mas seguindo com olhar um crítico diante a situação demonstrada.

Nona aula: Avaliação bimestral

A avaliação bimestral foi composta por dez questões objetivas abordando todos os conteúdos estudados durante o período da SD. Neste momento avaliativo, a instituição utiliza deste modelo, não havendo interferência do docente de utilizar outro modelo, apenas nas criações e/ou seleção das questões. Entretanto, essa nota compõe 50% da nota final dos alunos, os outros 50% foi dado como uma avaliação continuada e formativa, a partir das contribuições dos sujeitos, participação e execução das atividades e questionamentos. Pela SD possuir uma

flexibilização diante ao planejamento, viabilizou aplicar esse processo avaliativo, que para Santos (2005, p. 23),

o aluno é promovido de acordo com o aproveitamento alcançado nos componentes curriculares estudados. É utilizada com o propósito de atribuir uma nota ou um conceito para fins de promoção e tem função classificatória (...). Serve para julgar e classificar o aluno segundo seu aproveitamento ao final de uma unidade, semestre, série ou curso.

Apesar do modelo da avaliação proposto pela escola (prova) ser tradicional, os alunos obtiveram um bom desempenho na resolução, obtendo em sua maioria, notas acima da média (7,0). Apenas sete alunos das duas turmas obtiveram notas inferiores à média escolar.

Décima aula : Avaliação diagnóstica *feedback*

Neste momento, os alunos responderam novamente a AD aplicada na primeira aula e, logo em seguida, receberam a AD respondida anteriormente por eles, com o objetivo de comparar as respostas antes da aplicação da SD com as respostas após a aplicação. Neste momento, vários alunos demonstraram uma enorme satisfação pelo conhecimento, pois puderam enxergar com seus próprios olhos sua evolução entre o conhecimento prévio e agora o científico. Nessa ocasião, também puderam se autoavaliar, tomando consciência da estruturação lógica do conhecimento. Alguns alunos compartilharam sua evolução com os outros colegas e outros questionamentos que surgiram diante do momento de interação foram sanadas.

5 CONCLUSÃO

De acordo com o esperado na introdução e objetivo deste trabalho, e considerando a análise e reflexão sobre cada operação desenvolvida no planejamento e na sala de aula desta sequência, foi notório o impacto positivo no processo de ensino-aprendizado dos envolvidos. Este trabalho buscou defender a utilização de metodologias que estimulam a participação ativa dos estudantes, de maneira completa diante do currículo do ensino de física nas habilidades referente ao sistema solar.

Buscar inovações no ensino nos dias atuais demanda força de vontade e um ambiente que fornece suporte e condições para a execução, além de formações continuadas a fim de sempre buscar um repertório mais atual, fugindo assim de uma monotonia do ensino acabada e concluída. Embora, em várias situações, professores de ciências e/ou física abordam o conteúdo de sistema solar, essa abordagem fica, muitas vezes, restrita aos conteúdos contidos no livro didático e são apresentadas por meio de aulas expositivas, onde o objeto do conhecimento é tratado de maneira superficial, focando na nomenclatura e na ordem dos planetas.

A criação e execução dessa sequência didática foi elaborada pensando em aulas que fugissem do ensino tradicional e trouxesse meios para participação ativa, que colocasse o aluno como participante ativo do seu processo de aprendizagem, além de ser incrementada por outros conteúdos, como o conceito de escala, vida fora da Terra, além de trazer discussões que contribuem para uma realidade filosófica atual, abordando, por exemplo, o formato do planeta Terra. Foi pensando também em atividades cujo objetivo seria a reformulação dos conhecimentos prévios, em favor de conhecimentos científicos, reforçando a importância da aquisição da linguagem científica.

Algumas atividades enfrentaram uma resistência por parte dos alunos, entre elas, a representação do sistema solar em escala. Alguns alunos alegaram a dificuldade em calcular as dimensões, tanto quanto, calcular o diâmetro do planeta de forma que ficasse bem representado. Entretanto com a mediação, os alunos conseguiram fazer da maquete uma boa representação do sistema solar. Através de comentários como “*Netuno fica de fato muito distante do sol*” foi possível notar que na aula interacionista (anterior a atividade), mesmo informando o quão distante o

planeta estava em relação ao sol, somente com um modelo físico e palpável os alunos conseguiram ter uma visão clara da distância.

Entretanto, algumas atividades foram mais exitosas quando comparadas com outras, o júri simulado e o debate obtiveram uma participação mais efetiva e mais condizente com a proposta pedagógica, outra vez que os textos base e introdutório foram previamente repassados para os alunos. Porém, na atividade da pesquisa dos planetas do Sistema Solar, na qual os alunos deveriam fazer a pesquisa por conta própria, procurar suas referências e gerir a pesquisa, notamos a falta de alguns referenciais e a ausência de pontos necessários, com isso se dá necessário a presença de um momento, anterior à solicitação da pesquisa, de intervenção do professor mediando como de fato uma pesquisa científica deve ser feita, a importância de referenciar, *sites* com confiabilidade mais altas ou baixas que podem ser ou não utilizados como instrumento de pesquisa.

Diante disso, pudemos notar que há um impacto exitoso da alfabetização científica, durante o processo de ensino aprendizagem do aluno. Como visto na realização das aulas e atividades dessa SD, buscou-se sempre contribuir de forma crítica e participativa diante dos conceitos. Isso significa dizer que precisamos intensificar a utilização de atividades que buscam a imersão dos alunos no vocabulário científico e fazê-los tomar posse desses conceitos e vocabulário.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. Adquisición y Retención del Conocimiento: una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós, 2002. p. 25-48.

BARRIOS, O.; TORRE, S.L.O curso de formação para educadores. São Paulo: Madras, 2002.

BOAVIDA, A. M. R. A argumentação em Matemática Investigando o trabalho de duas professoras em contexto de colaboração. 2005. 975f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2005.

CAPECCHI, M.C.V.M & CARVALHO, A.M.P,. Interações discursivas na construção de explicações para fenômenos físicos em sala de aula. Atas do VII EPEF, Florianópolis SC, 2000.

CARVALHO, A. M. P. et al. In. Investigar e aprender ciências. São Paulo: Sarandi, 2011.

_____. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage, 2013.

_____. MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la classe de Ciencias: el ciclo del agu. Enseñanza de las Ciencias, v. 21, n.3, p3 371-386, 2003.

CHEVALLARD, Y. La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné, Grenoble: La pensée sauvage Éditions. 1991. 240 p.

_____. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado, Tradução: Claudia Gilman. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento. In.: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. [Tradução e organização Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro] Campinas, SP : Mercado de Letras, 2004, p. 95 – 128.

_____. Gêneros orais e escritos na escola. 3. ed. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2011.

DUQUE, C. A.; AGUIAR, C. K.; SILVA, K. A.; OLIVEIRA, J. C. S.; MORETTI, R. L. O Sistema Solar em Escala: uma proposta pedagógica crítica para o ensino de ciências. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016, Natal. Anais [...]. Natal: Realize, 2016. p. 1- 6.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. Ciênc. educ. (Bauru) Bauru, Bauru, v. 17, n. 1, 2011.

JORBA, J. & SANMARTÍ, N. Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación contínua: Propuestas didácticas para las areas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Barcelona: Ministério de Educación e Cultura, 1994. p 95-109.

LA TAILLE, Ives de. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, Júlio Groppa (org.). Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997. pp.25-44.

LEMKE, J. L. *Aprendendo a hablar ciencias.*: Linguagem, aprendizagem y valores. Barcelona: Paidós, 1997.

LUCKESI, Cipriano. Avaliação da aprendizagem escolar. 13.ed. São Paulo: Cortez, 2002. p 07.

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

MOURA, Dácio Guimarães. A dimensão lúdica no ensino de ciências: atividades práticas como elemento de realização lúdica, tese de doutoramento, Fac. Educ. USP, 1993.

PIAGET, J. Biologia e conhecimento. Petrópolis: Vozes, 1973.

POMBO, O. Problemas e Perspectivas da Interdisciplinaridade. Revista de Educação, IV, 3-11, 1994

SILVEIRA, F. P. R. A. et. al, Ensino da Astronomia. Latino-Americana de Educação em Astronomia , 2011

WANDERLEY, Eliane Cangussu. Feiras de ciências enquanto espaço pedagógico para aprendizagens múltiplas, dissertação de mestrado, CEFET-MG, 1999.

ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	▪ Sistema solar
Objetivos	▪ Conhecer os conhecimentos prévios
Conteúdos	▪ Sistema solar
Duração	▪ 50 minutos (1 aula)
Procedimentos metodológicos	▪ Avaliação Diagnóstica
Recursos didáticos	▪ Folha impressa ▪ Modelo digital da avaliação
Avaliação	▪ Diagnóstica
Bibliografia	▪ Livro didático Teláris Ciências. Autores: Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca.

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	▪ Sistema solar
Objetivos	▪ Conhecer os planetas do sistema solar, plutão. ▪ Discutir aspectos históricos como o geocentrismo.
Conteúdos	▪ Sistema solar
Duração	▪ 100 minutos (2 aula)
Procedimentos metodológicos	▪ Aula dialogada
Recursos didáticos	▪ Slides e vídeos
Avaliação	▪ Participação
Bibliografia	▪ Livro didático Teláris Ciências. Autores: Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca. ▪ Slide autoral.

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	▪ Sistema solar
Objetivos	▪ Pesquisar informações sobre o sistema solar ▪ Desenhar e relatar a pesquisa
Conteúdos	▪ Sistema solar
Duração	▪ 100 minutos (2 aula)
Procedimentos metodológicos	▪ Criação de um modelo sobre os planetas do sistema solar, plutão e sol. Trabalho em equipe.
Recursos didáticos	▪ Celulares ▪ Computadores
Avaliação	▪ Modelo na cartolina
Bibliografia	

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	▪ Sistema solar
Objetivos	▪ Socializar e expor pesquisa feita
Conteúdos	▪ Sistema solar
Duração	▪ 50 minutos (1 aula)
Procedimentos metodológicos	▪ Apresentação dos modelos criados e exposição no interior da sala
Recursos didáticos	▪ Modelo produzido na aula anterior
Avaliação	▪ Apresentação do modelo
Bibliografia	▪

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	▪ Sistema solar ▪ Escala
Objetivos	▪ Fazer uma maquete do sistema solar em escala ▪ Analisar tamanhos e distâncias dos planetas referentes ao sol e outros planetas
Conteúdos	▪ Sistema solar
Duração	▪ 150 minutos (3 aulas)
Procedimentos metodológicos	▪ Analisar, medir, calcular as distâncias necessárias.
Recursos didáticos	▪ Régua ▪ Itens de papelarias em geral
Avaliação	▪ Preenchimento da tabela referente a escala calculada ▪ Entrega da maquete finalizada
Bibliografia	▪

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	Formato da Terra
Objetivos	Defender e argumentar sobre o formato do planeta Terra
Conteúdos	Sistema solar
Duração	300 minutos (6 aulas)
Procedimentos metodológicos	Júri simulado
Recursos didáticos	Slides
Avaliação	Organização, desenvoltura, argumentos, domínio do assunto.

Bibliografia	.
---------------------	---

PLANO DE AULA

INFORMAÇÕES DA TURMA

Nível de Ensino	Ensino fundamental anos finais
Série/Turma	9º Ano A e B

DESCRIÇÃO DA(S) AULA(S)

Assunto(s)	Vida fora da terra
Objetivos	- Debater sobre as condições de uma vida fora da terra - Compreender a importância do cuidado com o planeta terra
Conteúdos	Sistema solar
Duração	100 minutos (2 aulas)
Procedimentos metodológicos	Debate mediado pelo professor referente ao texto lido em casa.
Recursos didáticos	Texto: artigo
Avaliação	Organização, desenvoltura, argumentos, domínio do assunto.

Bibliografia

· **Artigo – Procura de vida for a da terra – Autor:
Augusto Damineli – Departamento de Astronomia**

ANEXO A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA**Avaliação diagnóstica**

1- Ao longo do ano, mudam as constelações que estão no céu? Justifique sua resposta.

2- “Ao olharmos para uma estrela, vemos o passado dela.” Essa afirmação faz sentido? Explique o que ela quer dizer.

3- Quais são os planetas do Sistema Solar?

4- Como explicar o fenômeno conhecido como “estrela cadente”?

5- O que são asteroides, cometas e meteoritos?

6- Quais são os corpos celestes/astros que tem no Sistema Solar?

7- - O que existe no céu?

8- Para onde vão a Lua e estrelas durante o dia?

9- Você acha importante considerar a possibilidade de habitar em outros planetas? Justifique sua resposta.

ANEXO B – ROTEIRO JURI SIMULADO

Objetivos:

Debater o tema, levando os participantes a tomar um posicionamento através da argumentação.

Exercitar a expressão oral e o raciocínio lógico- argumentativo.

Amadurecer o senso crítico.

Participantes:

Juiz (01): dirige e coordena as intervenções e o andamento do júri.

Jurados (03): ouvirão todo o processo e no final das exposições, declaram o vencedor, estabelecendo a pena ou indenização a se cumprir.

Advogados de defesa (02): defendem o “réu” (ou assunto) e respondem às acusações feitas pelos promotores.

Promotores (advogados de acusação) (02): devem acusar o “réu” (ou assunto), a fim de condená-lo.

Testemunhas (04): falam a favor ou contra o acusado, pondo em evidência as contradições e argumentando junto com os promotores ou advogados de defesa.

O júri simulado é uma ótima estratégia de ensino a ser adotada quando se trata de um assunto polêmico ou que, perceptivelmente, divide opiniões. Isso porque permite que sejam discutidos vários pontos de um mesmo tema, auxiliando no processo de construção e desconstrução de conceitos. Além disso, instiga o senso crítico, a participação e a reflexão. Neste caso essa dinâmica abordará de forma dinâmica temas polêmicos da Bioética.

Um júri é composto pelas seguintes pessoas:

Juiz: responsável pelo andamento do júri, fazendo as intervenções necessárias para que tudo ocorra da forma mais organizada possível. É ele, também, quem estipula a pena, caso o réu seja culpado;

Jurados: responsáveis por analisar os fatos expostos e, ao final, dar o veredicto (Culpado? Inocente? Vencedor?);

Advogados de defesa: como o nome sugere, eles defendem o acusado (réu), com base em argumentos coerentes, provas e apresentação de testemunhas;

Promotores: também chamados de advogados de acusação, buscam condenar o réu, por meio de argumentos coerentes, provas e apresentação de testemunhas;

Testemunhas: fornecem argumentos que podem reforçar a suposta inocência do acusado, ou sua responsabilidade no caso em questão;

Réu: o acusado, cujo ato específico é o objeto de discussão do júri. Em um júri existe também a possibilidade de não existir réu. Assim, trata-se da acusação ou da defesa de um assunto específico.

Oficial de Justiça: responsável por conduzir a entrada do juiz ou juíza no tribunal.

Chama todas as pessoas que irão depor. Conduz o juramento que elas farão.

Policiais: responsáveis por manter a ordem e a segurança do júri. Conduz o réu/ré à penitenciária, caso essa seja condenado(a).

Plateia: assiste ao júri em completo silêncio, anotado e formulado o texto que será cobrado pelo professor contendo a opinião de cada um dos participante a cerca do resultado final do júri.

ETAPAS DO JÚRI

1º Momento

1. Juiz abre a sessão lendo o texto contido neste roteiro. (05 minutos)
2. Advogado de acusação (promotor) acusa o réu ou ré (a questão em pauta). (10 minutos)
3. Advogado de defesa defende o réu ou a ré. (10 minutos).

4. Juiz/Juíza solicita à Promotoria(acusação) que chamem as testemunhas para darem os depoimentos.

5. Advogado de acusação toma a palavra e continua a acusação. (chama as testemunhas de acusação) (10 minutos para ouvir todas as testemunhas.)

6. O oficial de justiça vai até a testemunha e a conduz a cadeira que estará no centro da sala solicitando que a mesma faça o seguinte juramento:

“ LEVANTE A MÃO ESQUERDA. JURA DIZER A VERDADE, SOMENTE A VERDADE, NADA MAIS QUE A VERDADE?”

7.RESPOSTA DA TESTEMUNHA: “EU JURO!”Advogado de defesa, retoma a defesa. (chama as testemunhas de defesa) (10 minutos para ouvir cada testemunha.)

8.Advogados de defesa e de acusação podem chamar as testemunhas de seus oponentes para serem ouvidas: o promotor/acusação chama as de defesa; advogado de defesa chama as do promotor/acusação. (10 minutos para ouvir cada testemunha.)

2º Momento

1. Advogados de defesa defendem o réu ou a ré. (10 minutos)

2. Promotoria tem o direito a réplica. (10 minutos)

3. Advogados de defesa têm o direito à tréplica. (5 minutos)

4. Promotoria acusa o réu ou a ré. (10 minutos)

5. Advogados de defesa têm o direito à réplica. (10 minutos)

6. Promotoria tem o direito a tréplica. (5 minutos)

3º Momento

9. O juiz reabre a sessão solicitando à Promotoria e ao advogado de defesa que ambos têm 10 minutos para que façam as considerações finais.

10. Considerações finais da promotoria e defesa) (10 minutos para cada parte)

11. Jurados decidem a sentença, junto com o juiz. (10 minutos para cada parte)
12. Os jurados saem para sala secreta para deliberar a respeito do júri. (10 minutos para cada parte)
13. Os jurados retornam com o veredicto.
14. O juiz perguntará ao presidente do júri se já chegaram a um veredicto. Neste momento, o presidente responderá que sim e entregará ao oficial de justiça o papel contendo a palavra culpado ou inocente, conforme a decisão dos jurados.
15. Leitura e justificativa da sentença pelo juiz.

O juiz/ a juíza anunciará a pena prevista para o crime que está sendo julgado.

Logo após a leitura da sentença, o juiz/ a juíza dará a sessão por encerrada.

FALA DO JUÍZ/JUÍZA (TEXTO LIDO) 05 MINUTOS NO MÁXIMO.

1. Declaro abertos os trabalhos da 34ª sessão, da 1ª reunião do Tribunal do Júri da comarca do Sistema Educacional Radar , ano de 2021.

02. Tendo comparecido o número de jurados declaro instalada a presente sessão.

03. Vai ser submetido a julgamento o/a réu/ ré: Terra plana (ler qualificação da denúncia/ resumo do caso/crime). Determino que os policiais presentes no auditório apregoe as partes e as testemunhas, colocado em salas separadas as da acusação, das de defesa, (art. 447 e 454).

07. A seguir o Juiz declara: “Vou proceder à chamada dos jurados que deverão compor o conselho de sentença. Devo adverti-los, entretanto, que são impedidos de servir no mesmo conselho: marido e mulher, ascendentes e descendentes, sogro ou genro ou nora, cunhados, tio e sobrinho, padrasto ou madrasta. o/a

08. Está formado o conselho de sentença, farei a exortação legal, e à chamada, cada um dos senhores deverá responder “Assim prometo”. Todos de pé. “Em nome da lei, concito-vos a examinar com imparcialidade esta causa e a proferir vossa decisão de acordo com a vossa consciência e com os ditames da Justiça” art. 472).

OS JURADOS JÁ ESTARÃO SENTADOS EM SEUS LUGARES AO FINAL DA LEITURA do item 08, TODOS DIRÃO “ASSIM PROMETO!”

O escrivão entregará o resumo do caso a cada uma dos jurados.

9. Podem sentar. Com a palavra, a Promotoria. (COMEÇA O JÚRI)

FALA INICIAL DO JUIZ/JUÍZA (TEXTO LIDO) (05 MINUTOS NO MÁXIMO.)

1. Declaro abertos os trabalhos da 34ª sessão, da 1ª reunião do Tribunal do Júri da comarca de _____, ano de 2017. (art. 462)..
2. Determino ao Sr. Escrivão que realize a chamada dos jurados sorteados (art. 463).
03. Tendo comparecido o número de jurados declaro instalada a presente sessão.
04. Vai ser submetido a julgamento o/a réu/ ré: _____(ler qualificação da denúncia/ resumo do caso/crime). Determino que os policiais presentes no auditório apregoe as partes e as testemunhas, colocado em salas separadas as da acusação, das de defesa, (art. 447 e 454).
07. A seguir o Juiz declara: “Vou proceder à chamada dos jurados que deverão compor o conselho de sentença. Devo adverti-los, entretanto, que são impedidos de servir no mesmo conselho: marido e mulher, ascendentes e descendentes, sogro ou genro ou nora, cunhados durante o cunhadio, tio e sobrinho, padrasto ou madrasta.
08. Está formado o conselho de sentença, farei a exortação legal, e à chamada, cada um dos senhores deverá responder “Assim prometo”. Todos de pé. “Em nome da lei, concito-vos a examinar com imparcialidade esta causa e a proferir vossa decisão de acordo com a vossa consciência e com os ditames da Justiça” (art. 472).

OS JURADOS JÁ ESTARÃO SENTADOS EM SEUS LUGARES E À PROPORÇÃO QUE OS NOMES DOS MESMOS FOREM CHAMADOS FICARÃO DE PÉ E AO FINAL DA LEITURA TODOS DIRÃO “ASSIM PROMETO!”

Entregar aos jurados, nesse momento, cópias da decisão de pronúncia e de posteriores decisões que julgaram admissível a acusação, assim como cópia escrita do relatório a respeito do processo. (resumo do caso)

09.Podem sentar.

FALA FINAL DO JUIZ/JUÍZA

Leitura e justificativa da sentença pelo juiz.

O juiz/ a juíza deverá pesquisar previamente qual é a pena prevista para o crime que foi sendo julgado. Caso o réu ou ré seja considerado culpado

Logo após a leitura da sentença, o juiz/ a juíza dará a sessão por encerrada, lendo o seguinte texto:

“Declaro encerrados os presentes trabalhos relativos à 34ª sessão, da 1ª reunião do Tribunal do Júri da comarca de__, periódica do corrente ano de 2017, do Tribunal do Júri Popular desta comarca.

Bate o martelo encerrando a sessão.

FALAS DO OFICIAL DE JUSTIÇA

A corte está em sessão. Todos de pé.

O OFICIAL DE JUSTIÇA VAI ATÉ A TESTEMUNHA E O CONDUZ A CADEIRA QUE ESTARÁ NO CENTRO DA SALA SOLICITANDO QUE A MESMA FAÇA O SEGUINTE JURAMENTO:

FALA DO OFICIAL DE JUSTIÇA: (Juramento)

“ LEVANTE A MÃO ESQUERDA . JURA DIZER A VERDADE, SOMENTE A VERDADE, NADA MAIS QUE A VERDADE?” RESPOSTA DA TESTEMUNHA:

“ EU JURO.”

ANEXO C

“Estamos sós no Universo?” Esta pergunta vem ecoando no vazio através dos tempos. Esse vazio foi povoado por fantasias de alienígenas visitando a Terra. Alguns radioastrônomos desenvolveram até detectores fantásticos monitorando simultaneamente milhões de sinais para captá-los a distância. Mas nada até agora! E isso não é porque necessariamente não existam. A pergunta “tem alguém aí?” parece óbvia, mas pode ficar sem resposta por uma lista enorme de motivos secundários.

Ela pressupõe não só que existam seres “inteligentes” (ou melhor, que tenham capacidade de linguagem simbólica), mas ainda que eles tenham tecnologia de transmissão de sinais e também que queiram dar sinal de sua existência. Não há nenhuma teoria científica que possa nos guiar nesse terreno escorregadio. Recentemente, os astrônomos encontraram uma pergunta mais produtiva: “Existe vida como a da Terra em outros planetas?” Essa é uma questão que pode ser testada experimentalmente, encaixando-se assim no paradigma tradicional da ciência. Embora não tenhamos uma teoria geral da vida, sabemos bem como daqui funciona e como detectar a presença dela em outros planetas.

Primeiramente, temos que explicar o que entendemos por “vida da Terra”.

Seguindo o movimento que se iniciou com a revolução Copernicana, vamos tirar a humanidade do centro da vida. Olhando em volta, vemos um mundo repleto de outros animais e vegetais. Seria essa a vida comum de nosso planeta? Não. Existem muito mais espécies e indivíduos microscópicos do que macroscópicos. Os micróbios causam um impacto muito maior sobre a biosfera do que os seres macroscópicos. Por exemplo, a camada de ozônio é formada pela fotossíntese, produzida principalmente por algas marinhas. Micróbios anaeróbicos que se alimentam da matéria orgânica no intestino de animais e da decomposição de restos vegetais produzem uma camada de metano (CH_4) na alta atmosfera. Esses gases podem ser detectados facilmente por um observador fora da Terra, enquanto os seres macroscópicos permanecem literalmente ocultos sob a atmosfera, sob a superfície da água ou enterrados a quilômetros no solo. A contaminação biológica por micróbios é facilmente detectável. Ainda mais, essa forma simples de vida infesta nosso planeta há 3,5 bilhões de anos, comparados com os 0,6 bilhões de anos da vida macroscópica. A janela temporal (seis vezes maior que para a vida complexa) dá uma grande vantagem de detecção para os micróbios. Por outro lado, a vida microbiana é muito mais robusta que a vida complexa (multicelular), suportando temperaturas desde **Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. Especial: p. 641-646, dez. 2010. 6 4 3** muito abaixo de zero até acima de 100 °C. O paradoxo é que os ET's da ciência moderna são invisíveis e isso os torna mais fáceis de encontrar!

Mas, esses sinais indiretos seriam expressão inequívoca da existência de vida? O ozônio (O_3) em quantidade considerável e por longo tempo só é possível através da fotossíntese. Essa reação química produzida por seres vivos libera átomos de oxigênio na atmosfera, que sobem, formando O_2 e depois O_3 . O oxigênio é extremamente reativo e se combina com muitos outros átomos, de forma que a existência de uma camada de ozônio tem, em sua base, uma vibrante atividade fotossintética.

O ozônio pode ser produzido por um raio, mas em pouca quantidade, e logo se dissipa. O bombardeamento de gelo por raios cósmicos também produz ozônio, mas em pequena quantidade e só em astros desprovidos de atmosfera. Além disso,

a radiação ultravioleta do Sol decompõe o ozônio, de modo que a existência prolongada de uma camada implica uma incessante recarga de oxigênio por parte dos seres fotossintetizantes. A molécula de ozônio absorve a luz em comprimentos de onda específicos do infravermelho, constituindo-se numa assinatura inconfundível de sua presença. Esse é o principal sinal que vai ser procurado em outros planetas.

A camada de metano na Terra tem um comportamento muito semelhante ao do ozônio, sendo destruída e repostada continuamente pelos micróbios anaeróbicos. Essa molécula, como todas as outras com mais de três átomos, também absorve luz infravermelha. O único problema do metano é que ele é fabricado também por reações químicas abióticas (sem intervenção de organismos vivos). Os planetas gasosos, como Júpiter e Saturno, já nasceram com enormes quantidades de metano em sua atmosfera e só uma pequena fração é dissociada pela luz solar. Assim, encontrar metano num planeta gasoso não informa nada sobre a presença de vida anaeróbica. Mas, em planetas rochosos, como a Terra, Marte ou Vênus, a existência de grandes quantidades de metano na atmosfera é sinal inequívoco de atividade biológica, principalmente porque esses planetas estão posicionados mais perto do Sol, onde a ação dos raios ultravioleta é muito intensa. Entretanto, a probabilidade de formação de vida como a da Terra é alta ou baixa em outros lugares? Os seres vivos contêm alta percentagem de água em sua constituição, indicando a importância do meio líquido para as células. Na verdade, isso indica que os seres vivos se originaram na água e levaram os oceanos encapsulados em suas células para enfrentar a aridez dos continentes. E olha que, neste aspecto, a Terra é um local muito árido para os padrões cósmicos. Mesmo no sistema solar, para além de Júpiter, os corpos celestes têm quase 50% de água (a maior parte em forma de gelo). As nuvens interestelares, como o Saco do Carvão, contêm grãos de poeira recobertos de gelo. A água é uma das substâncias mais comuns e mais antigas do Universo. Ela se formou usando o hidrogênio (o átomo

6 4 4 Damineli, A. mais abundante no Universo), gerado no Big Bang, e o oxigênio (o terceiro átomo mais abundante), expelido na morte da primeira geração de grandes estrelas, 400 milhões de anos mais tarde. Os outros átomos biogênicos: nitrogênio e carbono, também foram formados há mais de 12 bilhões de anos, quando estrelas um pouco maiores que o Sol começaram a morrer. Esses quatro elementos químicos: C, H, O e N estão entre os cinco mais abundantes do Universo e formam mais de 99% da matéria viva. Para formar as moléculas essenciais da vida é só adicionar um pouco de energia, que é bem abundante nas zonas de habitabilidade (ou água líquida) que existe em torno das centenas de bilhões de estrelas que compõem uma centena de bilhões de galáxias. Os ingredientes para a vida são muito contraditórios no Universo, assim como os planetas rochosos, que devem superar a casa dos trilhões na Via Láctea. Mesmo as grandes moléculas elementares para a vida, como os aminoácidos, são produzidas por reações químicas abióticas no espaço. Elas foram produzidas mesmo em laboratório há mais de meio século. Muitos meteoritos que aqui aportaram trouxeram aminoácidos, inclusive de tipos diferentes dos vinte usados pelos seres vivos. As condições necessárias para a vida são amplamente disseminadas no universo. Isso leva a um cenário de que ele é biófilo.

Mais um ponto a favor da ideia de que nosso universo é biófilo: a vida na Terra se estabeleceu praticamente junto com o próprio planeta. Os últimos grandes meteoritos esterilizantes caíram há cerca de 3,9 bilhões de anos e algumas rochas de 3,8 bilhões de anos já apresentam indicadores de processos biológicos. Levando em conta os processos que destroem os aminoácidos no fundo dos oceanos, a junção

deles para formar moléculas de RNA deve ter ocorrido em tempos extremamente curtos: menos que 10 milhões de anos, para escapar da reciclagem através dos vulcões. Na verdade, não mais que alguns meses, se o RNA tiver sido formado nas proximidades das chaminés térmicas nas profundezas submarinas. Um outro ponto ainda: muitos eventos catastróficos castigaram o planeta, como quedas de meteoros, vulcanismo, glaciações e a vida nunca foi totalmente interrompida. Pelo contrário, após cada catástrofe, ela apresentava uma diversificação maior. Esse cenário mais amplo indica que a vida não é essa coisinha frágil que muitos pensam. É uma praga agressiva e resistente. O fato de parecer tão complicada para nós, não implica também o ser para a natureza. O fato de ainda não a termos descoberto fora da Terra se deve, principalmente, ao fato de ainda não ter sido procurada com os meios adequados. Onde procurar vida? O sistema solar é, de certa forma, irrelevante para a procura da vida. Só nosso planeta está situado na zona de água líquida (em ambiente aberto). Marte se congelou há mais de 3,5 bilhões de anos e, no máximo, esperasse encontrar fósseis microscópicos que teriam vivido antes disso. Caso se encontre

Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. Especial: p. 641-646, dez. 2010. 6 4 5

vida em Marte, o problema vai continuar, pois será difícil definir se a vida nasceu aqui ou lá e teria migrado de um planeta para outro de carona nos bilhões de meteoritos trocados entre esses dois planetas. Os outros lugares, incluindo Europa, um dos satélites de Júpiter, não são impeditivos para a vida, mas são muito inóspitos para se investir grande quantidade de recursos humanos e financeiros em seu estudo. Mesmo Plutão e sua lua Caronte têm mares submersos. Onde quer que haja água líquida (sinal de energia em nível adequado) se poderia conceber a presença de vida como a da Terra primitiva, pelo menos, aquela que habitava as profundezas oceânicas e se nutria dos produtos químicos das fontes hidrotérmicas. Mas, a estatística é magra no sistema solar, poucas dezenas de corpos de dimensões razoáveis, incluindo planetas e satélites. Precisamos vasculhar milhares de mundos para ter números seguros. Para isso, temos que sair do nosso bairro solar e olhar para as estrelas.

Desde os tempos de Giordano Bruno, há 500 anos, esperava-se encontrar planetas em torno de outras estrelas. Há pouco mais de uma década, nossa tecnologia atingiu o nível suficiente para detectar os maiores e mais próximos, somando hoje quase 400, alguns já fotografados diretamente. Mas esses gigantes gasosos não são os bons lugares para procurar vida. A convecção atmosférica recicla os gases entre a superfície fria e o interior escaldante. Um mundo auto-esterilizante. Não podemos proibir que a vida exista ali, mas preferimos aplicar os recursos em lugares mais favoráveis. Na abundância de escolhas, vamos começar pelos que são parecidos com a Terra, com matéria sólida, líquida e gasosa. Se o planeta tiver mais que catorze vezes a massa da Terra, torna-se gasoso; se for muito menor que Marte (dez vezes menor que a Terra), não poderá reter sua atmosfera. Na verdade, hoje se considera que planetas um pouco maiores que a Terra seriam os ideais para manter os três estados da matéria na superfície. Eles teriam mais calor interno e placas continentais mais finas que a Terra, facilitando a deriva dos continentes, que se constitui no termostato capaz de manter a água líquida. Na Terra, dentro de 1 bilhão de anos, esse mecanismo não conseguirá mais compensar o efeito estufa e a biosfera será esterilizada. De qualquer modo, a janela de condições físicas adequadas (água líquida) terá se mantido por mais de 4 bilhões de anos. Mesmo nos restringindo a planetas rochosos, que circulam na zona de água

líquida, o número esperado é de bilhões só na Via Láctea. Tudo o que temos de fazer é construir telescópios com poder de resolução espacial suficiente para fotografar o planetinha separado da estrela hospedeira. Depois disso, analisamos sua luz através de um espectrógrafo e procuramos as assinaturas de atividade biológica: ozônio e metano. Em menos de duas décadas isso será factível e centenas de planetas serão descobertos a cada noite. Pode-se imaginar um enorme catálogo de planeta