

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DAIANA DA SILVA ARAGÃO

**APRENDIZAGEM BASEADA EM INVESTIGAÇÃO: UM MANUAL DE
SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO MODELOS DE FÓSSEIS DE
HOMINÍDEOS PARA INTRODUIZIR CONCEITOS DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

RIO DE JANEIRO

2023



UFRJ



Daiana da Silva Aragão

Aprendizagem baseada em Investigação: uma proposta de Sequência Didática utilizando Modelos de fósseis de homínídeos para introduzir os conceitos de evolução biológica

Volume único

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação, Gestão e Difusão em Biociências.

Orientador:

Prof. Emérito Dr. Hatisaburo Masuda (MP-EGeD/IBqM/UFRJ)

Rio de Janeiro

2023

CIP - Catalogação na Publicação

d132a da Silva Aragão, Daiana
Aprendizagem baseada em Investigação: uma proposta de Sequência Didática utilizando Modelos de fósseis de homínidos para introduzir os conceitos de evolução biológica / Daiana da Silva Aragão. -- Rio de Janeiro, 2023.
276 f.

Orientador: Hatisaburo Masuda.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências, 2023.

1. Aprendizagem por Investigação. 2. Modelos Didáticos. 3. Educação em Biociências. 4. Evolução Biológica. 5. Sequência Didática. I. Masuda, Hatisaburo, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Daiana da Silva Aragão

Aprendizagem baseada em Investigação: uma proposta de Sequência Didática utilizando Modelos de fósseis de homínídeos para introduzir os conceitos de evolução biológica

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação, Gestão e Difusão em Biociências.

Aprovada em 02 de junho de 2023 pela seguinte Comissão Examinadora

Prof. Emérito Dr. Hatisaburo Masuda, MP-EGeD/IBqM, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ – orientador.

Profa. Dra. Cristina de Oliveira Maia, MP-EGeD/IBqM, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ – membro titular interno.

Profa. Dra. Cláudia Augusta de Moraes Russo – Departamento de Genética do Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ – membro titular externo.

Prof. Dr. Marco Aurelio Passos Louzada – Professor Titular, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro/IFRJ – membro titular externo.

Profa. Dra. Andréa Carla de Souza Góes – MP-EGeD/IBqM, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ – (revisor interno) membro suplente interno.

Profa. Dra. Maylta Brandão dos Anjos – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/IFRJ – membro suplente externo.

*Dedico este trabalho a meus avós,
Cecy e Paulo
(in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus professores da Educação Básica que, de alguma forma, ainda vivem em minha história e fizeram a diferença na escolha do meu caminho. Agradeço ao professor Mário Gandra por acreditar e apoiar meu projeto ainda em construção, ao meu orientador Hatisaburo Masuda por viver e desenvolver o trabalho junto a mim, sempre contribuindo de forma assertiva em todas as suas considerações e a professora Sônia Vasconcellos pelo processo de formação e iluminação dos caminhos da pesquisa acadêmica. Agradeço aos amigos que fiz durante esse percurso e que foram de grande importância no apoio motivacional. Agradeço a minha família, Fabrício, Júlia, Heitor e Stella por cuidarem de mim todos os dias em que precisei me dedicar exclusivamente à minha formação como Mestre.

*"Já que a vida corre e o tempo não se vê
Faça tudo simples olhe p'ra você."
Mutantes – Tudo foi feito pelo Sol, 1974.*

RESUMO

ARAGÃO, Daiana. **Aprendizagem baseada em Investigação: uma proposta de Sequência Didática utilizando Modelos de fósseis de homínídeos para introduzir os conceitos de evolução biológica.** (Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências) – Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Com a evolução dos paradigmas e a necessidade de intervenções pedagógicas constantes, os professores sofrem com a falta de tempo para elaborarem atividades que se enquadrem nas novas demandas previstas nas bases curriculares. Esta pesquisa de natureza explicativa e caráter pedagógico busca apresentar recursos didáticos para que uma abordagem integral seja aplicada no contexto escolar. Para isso, utilizaremos como base teórica, para o cumprimento dos objetivos aqui propostos, as contribuições de David Ausubel, em sua obra “Psicologia educacional”, com as etapas da aprendizagem significativa desenvolvida em associação a Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner, para a construção de um conhecimento trabalhado pelo próprio indivíduo. Abordaremos também a importância do aprendizado contextualizado, apresentado por Edgar Morin, definido por ele como “um combate vital rumo a lucidez”. Este trabalho é composto por um Manual de Sequência Didática (SD) composto de etapas investigativas para a resolução de uma situação-problema, nesse caso, procurando pistas do passado de nossa espécie. A SD girará em torno de um modelo didático que simula algumas etapas de redescoberta de fósseis de homínídeos. Apresentaremos também um livro paradidático intitulado “*Descobrimo o mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo*”, onde trataremos do assunto evolução biológica com linguagem simplificada e acessível. É possível traçar um paralelo entre formação continuada do professor, atualização do Projeto Político Pedagógico de uma instituição e colaborar com a formação integral do indivíduo através de atividades sequenciadas e avaliação contínua.

Palavras-chave: Aprendizagem por Investigação; Modelos Didáticos; Educação em Biociências; Evolução Biológica; Sequência Didática.

ABSTRACT

DAIANA, ARAGÃO. **Inquiry-Based Learning: a Didactic Sequence Proposal using Teaching Models of hominid fossils for the development of Multiple Intelligences** (Master of Science, MSc – *Educação, Gestão e Difusão em Biociências*) – Institute of Medical Biochemistry Leopoldo de Meis, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

With the evolution of paradigms and the constant need for pedagogical interventions, teachers struggle with the lack of time to develop activities that fit the new demands outlined in the curriculum. This explanatory research with a pedagogical character seeks to present didactic resources so that an integral approach can be applied in the school context. To achieve the proposed objectives, we will use as a theoretical basis the contributions of David Ausubel, in his work “Educational Psychology”, with the stages of meaningful learning developed in association with Gardner's Theory of Multiple Intelligences, to build knowledge worked by the individual. We will also address the importance of contextualized learning, presented by Edgar Morin, defined by him as "a vital struggle towards lucidity". This work is composed of a Didactic Sequence Manual (DS) consisting of investigative stages for solving a problem situation, in this case, searching for clues about the past of our species. The DS will revolve around a didactic model that simulates some stages of rediscovery of hominin fossils. We will also present a para-didactic book titled "Discovering the World with Olivia: Everything Changes All the Time", where we will address the subject of biological evolution with simplified and accessible language. It is possible to draw a parallel between the continuing education of teachers, the update of the Political-Pedagogical Project of an institution, and collaborating with the integral formation of the individual through sequenced activities and continuous evaluation.

Keywords: Investigation-Based Learning; Didactic Models; Biociences Education; Biological Evolution; Didactic Sequence.

LISTA DE SIGLAS

- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- COVID** – Coronavirus Disease
- EAR** – Elaboração, Avaliação e Reelaboração
- EPI** – Equipamento de Proteção Individual
- IA** – Inteligência Artificial
- PCK** – Pedagogical Content Knowledge
- PPP** – Projeto Político Pedagógico
- QI** – Quociente de Inteligência
- SD** – Sequência Didática
- SDI** – Sequência Didática Investigativa
- UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro
- USP** – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Competências Gerais da BNCC.....	38
Figura 2 – A. afarensis.....	40
Figura 3 – A. africanus.....	40
Figura 4 – H. habilis	41
Figura 5 – H. georgicus	41
Figura 6 – H. ergaster.....	41
Figura 7 – H. erectus	41
Figura 8 – H. heidelbergensis	42
Figura 9 – H. neanderthalensis	42
Figura 10 – H. sapiens	42
Figura 11 – Colocando o modelo no molde	42
Figura 12 – Cobrindo o modelo	43
Figura 13 – Modelo totalmente coberto	43
Figura 14 - Caixas prontas	44
Figura 15 - Caixa com o bloco dentro	44
Figura 16 - Caixas identificadas	44
Figura 17 - Réplica do fóssil encontrado	45
Figura 18 - Escavando o bloco	45
Figura 19 - Garrafinha com coordenada geográfica	46
Figura 20 - Modelo de coordenada.....	46
Figura 21 - Busca no Google Earth	47
Figura 22 - Ficha de informação	50
Figura 23 - Diário de Campo e EPI.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidade de contexto de Soft Skills	27
Quadro 2 - Descrição das habilidades e competências	33

LISTA DE APÊNDICES

A 1 - MANUAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	66
A 2 - LIVRO PARADIDÁTICO DESCOBRINDO O MUNDO COM OLÍVIA: TUDO MUDA O TEMPO TODO	147

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE SIGLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE QUADROS	12
LISTA DE APÊNDICES	13
1. APRESENTAÇÃO	16
2. INTRODUÇÃO	18
2.1 O Ambiente Escolar no Brasil.....	18
2.2 A Função do Professor.....	20
2.3 A realidade econômica internacional atual em números.....	24
2.4 A forma de agir de Paulo Freire.....	24
2.5 Interfaces entre a Base Nacional Comum Curricular e a demanda das <i>Soft Skills</i>	25
3. O PROJETO DE PESQUISA E SEU REFERENCIAL TEÓRICO	29
3.1 O conceito e variações da <i>interdisciplinaridade</i>	30
3.2 O Conceito de Inteligências Múltiplas.....	32
4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	34
5. OBJETIVOS	35
5.1 Objetivo Geral.....	35
5.2 Objetivos Específicos.....	35
6. ETAPAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	36
6.1 Notas sobre Evolução.....	39
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
7.1 Materiais.....	40
7.1.1 Modelos Didáticos.....	40
7.1.2 Caixas com blocos de escavação.....	43
7.1.3 Coordenadas Geográficas e Ferramentas <i>Google</i>	45
7.1.4 Mapa-múndi e Atlas.....	48
7.1.5 Fichas de informação.....	50
7.1.6 Diários de campo e Equipamentos de Segurança Individual.....	51
7.1.7 Material Complementar.....	52

7.2	Avaliação e apresentação dos resultados.....	55
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
9.	REFERÊNCIAS	58

1. APRESENTAÇÃO

A temática Evolução me despertou grande interesse durante a graduação, pois não tenho recordações da exploração do tema durante o período escolar, exceto um breve resumo teórico sobre um comparativo entre as ideias evolucionistas e criacionistas que ainda compõem os livros didáticos. Durante a Universidade me engajei em pesquisas na linha de Educação em Ciências e fui apresentada ao presente Programa de Mestrado Profissional, onde, encontrei uma oportunidade de explorar e desenvolver um trabalho com meus interesses temáticos e minhas habilidades manuais que fazem parte do material utilizado neste trabalho.

Ao apresentar minhas ideias sobre desenvolver uma metodologia em aprendizagem da Evolução Humana, houve o interesse e curiosidade do meu orientador Hatisaburo Masuda, que iniciou uma série de questionamentos sobre como explorar o tema e de que forma poderíamos usar uma metodologia eficiente e construtiva. O desafio lançado foi a produção de um material devidamente acreditado em embasamentos teóricos e que de fato tivesse funcionalidade e reprodutibilidade. A pesquisa teórica foi um grande desafio, pois abrange uma gama de assuntos de diversas naturezas, não se trata somente de um estudo biológico em evolução, mas também geográfico, social, histórico, investigativo, linguístico, dentre outras disciplinas que constroem este conhecimento específico.

A atividade exigirá aos estudantes utilizar referenciais geográficos, cálculos matemáticos na linha do tempo, compreender a convivência humana em sociedade, elaboração de relatórios escritos e, naturalmente, tratarão do assunto Evolução Humana. Por isso, é fundamental o envolvimento da equipe pedagógica para o alinhamento das atividades em seus planejamentos. Inevitavelmente reflexões sobre a questão do tempo surgirão e os obrigarão a algum tipo de reflexão sobre este assunto. Como toda essa atividade irá ocorrer no interior de uma escola, a compreensão deste espaço tornou-se fundamental e, assim, a escola será apresentada e discutida como um espaço complexo de culturas com destaque à cultura escolar no desenvolvimento de práticas didáticas, sem esquecer a cultura científica. Aproveitaremos a oportunidade para tentar reconhecer como a Alfabetização Científica, o Ensino por Investigação e a Argumentação podem contribuir para o aprendizado das ciências da natureza em sala de aula.

Segundo Sasseron (2015) não há como separar ciência e sociedade, pois não se pode ignorar os avanços e as transformações que cada uma delas sofrem a todo instante e, portanto, ciência e sociedade, são transformadas e são simultaneamente transformadoras. Como a

escola é parte integrante da sociedade não se pode ignorar o fato de como a vida nela influencia cada um de nós, incluindo os nossos estudantes, que já trazem muitos conhecimentos adquiridos fora da escola e que não podem ser ignorados pelo professor.

Assim, este ambiente escolar, onde o professor deve atuar, será apresentado e discutido, dentro de alguns aspectos e será neste ambiente que o professor terá que se posicionar e atuar. Assim, eu, como professora, elegi a temática da Evolução e o Ensino por Investigação e Argumentação como ferramenta do método a ser utilizado, dentro de uma proposta interdisciplinar de ensino sobre Evolução Humana. Como se trata de um Mestrado Profissional, os produtos serão a elaboração e apresentação de uma Sequência Didática e produção de material complementar e-book. Por se tratar de uma atividade complexa e, que iria alterar um pouco a dinâmica na escola, os Diretores e Professores foram previamente contatados e houve adesão de alguns deles. Com a chegada da pandemia, infelizmente, a execução das atividades não pôde ser realizada, mas não afetou a produção do material a ser utilizado.

2. INTRODUÇÃO

2.1 O Ambiente Escolar no Brasil

O Professor atua primariamente no ambiente escolar, um conjunto complexo de atores onde o professor é somente um deles. Estão presentes neste conjunto os estudantes e suas famílias, os diretores, secretários, funcionários que cuidam da administração, das merendas, da limpeza, os vigilantes que cuidam da segurança interna e os policiais que cuidam da segurança externa, a sociedade no seu entorno e o conjunto dos professores que compõem o corpo docente. Como se observa, trata-se de um conjunto complexo de atores que precisam estar bem coordenados para que a atividade escolar funcione a contento (ARANHA, 2006). Os Conselhos escolares e os eventos de “portas abertas” são ferramentas para que haja o diálogo e o envolvimento de seus atores.

Muito desse ambiente escolar é definido por leis como a Constituição de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira a LEI Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, que define os objetivos pretendidos da educação de nossos alunos nos mais diferentes níveis.

No seu artigo 2º a lei define que:

A educação, é dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Este artigo, por sua vez, tem base na Constituição Federal de 1988, no Art. 205, onde diz:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Este artigo define a forma como a escola deve atuar para atingir estes propósitos: Fala da igualdade de condições para o acesso e permanência na escola; dá liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber; do pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas; do respeito à liberdade e apreço à tolerância; da coexistência de instituições públicas e privadas de ensino; da gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais; da valorização do profissional da educação escolar e da gestão

democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos sistemas de ensino; da garantia de padrão de qualidade; da valorização da experiência extraescolar; da vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais.

A escola e seus professores devem, portanto, atuar, utilizando estes princípios norteadores definidos em lei, para desenvolver os processos formativos dos seus alunos.

O artigo 12º define que cabem aos estabelecimentos de ensino:

- I - executar sua proposta pedagógica;
- II - administrar seu pessoal e seus recursos materiais e financeiros;
- III - assegurar o cumprimento dos dias letivos e horas-aula estabelecidas;
- IV - velar pelo cumprimento do plano de trabalho de cada docente;
- V - prover meios para a recuperação dos alunos de menor rendimento;
- VI - articular-se com as famílias e a comunidade, criando processos de integração da sociedade com a escola;
- VII - informar pai e mãe, conviventes ou não com seus filhos, e, se for o caso, os responsáveis legais, sobre a frequência e rendimento dos alunos, bem como sobre a execução da proposta pedagógica da escola.

O artigo 13º define que cabem aos docentes:

- I - participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- II - elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- III - zelar pela aprendizagem dos alunos;
- IV - estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento;
- V - ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional;
- VI - colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.

É dentro deste ambiente escolar que o professor deve atuar, considerando os princípios das diferenças, de liberdade de aprender, de ensinar, de pesquisar e divulgar a cultura, o

pensamento, a arte e o saber, e além disso, exercitar o pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas em respeito à liberdade e tolerância (MORIN, 2003).

Observa-se que para atingir estes objetivos será necessário que o professor reúna um conjunto de estratégias pedagógicas que perpassam por saberes multidisciplinares para que seus alunos consigam o desenvolvimento pleno e consigam se tornar cidadãos ativos e produtivos (GERHARD & FILHO, 2012; CARVALHO, 2018).

Fica também evidente que, o professor deve atuar em conjunto com seus colegas, levando em consideração estes princípios e de acordo com a proposta pedagógica definida pelo estabelecimento de ensino, do qual eles próprios ajudaram a definir. Na prática esta articulação raramente tem ocorrido e o que mais se vê são professores, trabalhando individualmente e tentando cumprir o seu papel. Uma boa articulação no âmbito de uma escola passa pela liderança de um bom Diretor, que compreende o papel social da sua escola e o potencial de seus professores, funcionários e alunos. As leis brasileiras que regem a educação felizmente são apropriadas e cabe a todos os envolvidos a tarefa de executá-las corretamente para que o desenvolvimento dos nossos alunos ocorra naturalmente. A tarefa não é fácil e exige um enorme esforço de todos, que é agravado pelas mazelas típicas de um país em desenvolvimento como o Brasil.

A Escola é, como definida em lei, um lugar de encontro de várias culturas como a cultura artística, científica, social onde o pluralismo de ideias deve ser exercitado e conceitos como liberdade, solidariedade, tolerância e autoconhecimento devem ser apresentados e discutidos.

2.2 A Função do Professor

O Professor tem, em princípio, uma ampla gama de possibilidades de exercer a sua função, começando por participar da estratégia pedagógica de sua escola e que, apesar das delimitações da lei, são amplas o suficiente para que se possam elaborar estratégias educacionais que permitam sair das caixinhas delimitadas pelas disciplinas (GERHARD & FILHO, 2012; CARVALHO, 2018). As disciplinas como Biologia, Física e Química não são estanques, como em princípio possam parecer. Todas se utilizam dos mesmos princípios que são definidos pelas leis que regem a natureza. Assim, os seres vivos estão sujeitos as mesmas leis que regem a química e a física. Um exemplo é a força da gravidade descoberta pelos

físicos, mas que atuam sobre os elementos químicos, plantas e animais. Todas as leis da natureza descobertas no âmbito da física e da química se aplicam aos seres vivos sem exceção.

Estas disciplinas como Física, Química, Matemática, Botânica e Zoologia só foram delimitadas para facilitar a vida de quem as estuda, mas as interfaces entre elas são contínuas. Muitos dos fenômenos biológicos têm características exponenciais, conceito desenvolvido pelos matemáticos. O mesmo ocorre no campo das ciências sociais. Assim, as diferentes disciplinas como História, Geografia, Educação, Economia, Filosofia, Ciências Sociais, Português, Inglês, Francês, apresentam inúmeras interfaces entre elas, afinal, são todas oriundas da atividade humana e de quem vive em sociedade.

A necessidade, e provavelmente a grande capacidade dos humanos em conquistar o planeta, se deveu em parte à sua capacidade de viver em sociedades. Por outro lado, viver em sociedade requer regras de convivência em benefícios de todos, como regras de comunicação, conhecimento da natureza, trabalho conjunto para obtenção de alimentos, respeito aos seus deveres e direitos dos outros e assim por diante (ARANHA, 2006; MORIN, 2003).

Diante da ampla gama de atividades surgiram as especializações e assim surgiram conjuntos especializados de conhecimentos hoje conhecidos como disciplinas, mas que todas elas participam de um todo, o enorme conhecimento humano. Cabe então ao professor a tarefa de apresentar e discutir estas percepções aos seus alunos, para que eles possam se desenvolver e exercer plenamente a cidadania como preconizado na Constituição Federal. A tarefa do professor, como se vê, não é nada fácil!

O Professor que for capaz de perceber que os conhecimentos obtidos nas diferentes disciplinas podem ser integrados em outro contexto e gerar conhecimentos mais abrangentes, não terá dificuldades para sair da sua caixinha de conhecimentos especializados. Portanto, a tarefa de um professor é realmente desafiadora a começar pela necessidade de mudança de comportamento próprio, acrescida da necessidade de busca de conhecimentos em outras disciplinas, e de forma integrada (MORIN, 2003; PORLÁN, 1989).

Vencida esta etapa, o professor terá agora a tarefa de construir a sua estratégia pedagógica voltada para os seus alunos, levando em consideração os conhecimentos por eles já adquiridos, e pensar formas de apresentar os novos conteúdos e cuidando para que estes conhecimentos ou conceitos se ajustem ou não, aos conhecimentos anteriormente adquiridos, após amplo diálogo com a realidade que os cerca (CARRIL, 2017). Uma das formas de

conseguir isso é procurar encaminhar a discussão de tal forma que o aluno consiga tirar suas próprias conclusões. Cabe ao professor encaminhar os assuntos e questionar o aluno, mais do que simplesmente dar-lhes uma resposta tentando assim direcioná-lo, através de questionamentos, para que ele, o aprendiz, consiga tirar suas próprias conclusões.

Segundo Freire (1987), a educação relaciona-se com “*conhecimento crítico da realidade*”, com “*uma leitura crítica do mundo*” o que está de acordo com os preceitos constitucionais de uma perspectiva educacional cidadã. Não por acaso, Paulo Freire é hoje o patrono da Educação no Brasil.

Para que “uma leitura crítica do mundo”, e o “desvelamento da realidade” possam ocorrer, é fundamental que haja a desmistificação de mitos construídos, sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (AULER, DELIZOICOV, 2001). Um desses mitos é o caráter redentor, supostamente atribuído à Ciência e Tecnologia, o de uma perspectiva salvacionista onde tudo pode ser por elas resolvido. Além disso, a ciência e tecnologia são retratadas como atividades neutras, desprovidas de valores. Nesta perspectiva, frequentemente as condições em que são realizadas deixam de ser questionadas e atribui-se a elas um caráter de atividade desprovida de ambiguidades e contradições. Essa é uma percepção ingênua da realidade e está vinculada a esses mitos que, dentre outras características, paralisam as pessoas. Por traz da criação desses mitos existem enormes interesses econômicos (OLIVEIRA, 2008).

Estes interesses econômicos atuais, são hoje conduzidos por um sistema econômico neoliberal, onde o bem-estar social não é mais provido pelo Estado, mas sim pelo mercado (CARDOSO, 2011). A maximização das transações de mercado, transformou quase tudo em mercadoria, de bens a comportamentos, ou seja, desde que a eles se atribua valor econômico, o chamado “mercado” agradece.

O sociólogo Zygmunt Bauman, já havia identificado essa lógica, ao reconhecer a sociedade como a “sociedade dos consumidores”, que denominou de “modernidade líquida” (BAUMAN, 2001). Para ele a grande mudança foi a da lógica onde tudo era duradouro, e feito para durar, para a lógica da não fixação de raízes, e da possibilidade de mudança a todo momento, a da efemeridade de objetos de consumo assim como das relações pessoais. A razão por trás deste esforço é para que as pessoas (consumidores) não criem vínculos fortes e duradouros, assim no momento de trocá-los os esforços psíquicos sejam os menores possíveis (BAUMAN, 2001 apud FRAGOSO, 2011). E assim você é induzido a trocar por exemplo o

seu celular por um mais moderno, mesmo que ele funcione, ou a sua roupa porque o “mercado” anuncia que ele está fora de moda.

É neste contexto que os mitos sobre ciência e tecnologia se tornam importantes para aqueles que detêm o capital. Afinal é através da ciência e da tecnologia que esses produtos e comportamentos são moldados (OLIVEIRA & SOUZA, 2020).

Os conhecimentos científicos, sobre comportamento humano são utilizados para conhecer as fraquezas do consumidor e as melhores técnicas de propaganda e marketing são utilizadas para alcançar os consumidores desatentos (BERNAYS, 2015). A nossa sociedade, é por conta disso, diariamente bombardeada por propagandas na procura de consumidores e também por discursos pragmáticos, vinculados ao progresso econômico e tecnológico, associado à estratificação da sociedade. Ouvimos quase que diariamente, sobre os avanços tecnológicos inevitáveis ao mesmo tempo em que somos informados pela mídia sobre a taxa de desemprego no mundo, também inevitável, por se tratar de uma característica do nosso século. Mesmo neste ambiente fantasioso, Paulo Freire sempre foi capaz de destacar, em seu fazer educacional, a centralidade da dialogicidade e problematização (DEBORD, 1997).

A dialogicidade, no sentido de respeito ao diálogo entre os saberes do educando e do educador, é apontada como uma condição necessária para que se possa realizar a problematização das situações contraditórias vividas pelo educando. Ao fazer isso ele sempre procurou que seus educandos não assumissem para si um futuro inevitável propalado pelos interesses puramente econômicos.

Para Freire *“formar é muito mais do que puramente treinar o educando no desempenho de destrezas”* (1996, p. 15). Essa postura é ética e, portanto, o educador deve buscar essa ética, a qual chama de “ética universal do ser humano” (FREIRE, 1996, p. 16), essencial para o trabalho docente.

Um educador não pode se assumir como sujeito da procura, da decisão, da ruptura, da opção, como sujeito histórico, transformador, a não ser que se assuma como sujeito ético. É por esta ética inseparável da prática docente é que deve-se lutar (FREIRE, 1996, p. 17 e 19).

Na educação não crítica, o educando simplesmente deposita e consome ideias de alguém, o que acaba gerando imobilismo e pior, percebe-se o seu futuro como pré-determinado. Os alunos, dentro deste modelo, tornam-se objetos passivos comandados pela ação e ideias de outras pessoas, e acabam por aceitar uma postura fatalista, caindo sem o

perceber na cultura do silêncio (GIROUX, 2011). É esta cultura do silêncio que a Educação no Brasil deve evitar.

Theodor Adorno (2019) em sua obra “Educação e Emancipação”, publicada postumamente, se aproxima dos conceitos de Paulo Freire quando explica que sua concepção de educação difere da modelagem de pessoas e da mera transmissão de conhecimentos, onde a verdadeira educação está relacionada à produção de uma consciência verdadeira, com profundos reflexos na formação do indivíduo na sociedade. Para Freire, esse processo leva a uma democracia efetiva, demandada por indivíduos plenamente conscientes, gerando uma sociedade de quem é emancipado (VILELA *et al*, 2006, p. 47).

2.3 A realidade econômica internacional atual em números

Segundo relatório de Oxfam Brasil (2023), desde 2020, o 1% mais rico amealhou quase dois terços de toda a nova riqueza – seis vezes mais do que os 7 bilhões de pessoas que compõem os 90% mais pobres da humanidade. As mesmas bilhões de pessoas que participam da construção de todas essas riquezas com sua mão-de-obra.

2.4 A forma de agir de Paulo Freire

O pensamento de Paulo Freire sempre esteve associado à uma visão de mundo das relações humanas entre opressores e oprimidos e provavelmente, por conta disso, ele têm sido foco de ataques por parte daqueles que procuram manter seus privilégios. Além disso, quando ele trata da relação pedagógica entre professor e aluno, marcando o diálogo, como eixo fundante de sua estratégia, Freire tem assustado a classe dominante. Isto porque a dialogicidade é a essência da educação como prática da liberdade. A realidade concreta é trazida e avaliada, através do diálogo, que ocorre pela construção da interação aluno-escola-professor (FREIRE, 1967, p-108).

O conhecimento é assim construído com o educando, no ambiente escolar em processo dialógico e dialético¹, onde educando e educador são peças-chaves trazendo suas experiências e diálogos com a realidade, levando assim à transformação do ser humano. Este preparo para

¹ O termo dialética acima utilizado é entendida como o modo de pensar que privilegia as contradições da realidade e que permite que o sujeito se compreenda como agente e colaborador do processo de transformação da realidade (Konder, 1981).

o exercício da cidadania, previsto em lei, desagradou uma parte importante da elite econômica do País, pois o *Sistema* deve utilizar trabalhadores bem adestrados.

Sobre esta questão Libâneo (2001) diz:

De fato, com a “intelectualização” do processo produtivo, o trabalhador não pode mais ser improvisado. São requeridas novas habilidades, mais capacidade de abstração, de atenção, um comportamento profissional mais flexível. E é justamente essa visão de educação que tem formado o homem “profissional” para o chamado “mercado de trabalho”. Trabalho especializado que atende aos interesses do poder dominante, visto que ele está voltado para a produção de bens e serviços e não à formação humanística.

Em resumo, é dentro deste quadro social complexo, repleto de incertezas e interesses não explicitados que o professor é desafiado a exercer a sua função.

2.5 Interfaces entre a Base Nacional Comum Curricular e a demanda das *Soft Skills*

O filósofo Adam Schaff (apud ARANHA, 2006, p.363) se referiu ao surgimento de um novo tipo de homem, o *Homo studiosus*, que serviria ao desejo do *Homo universalis*, cuja formação integral permitiria a mudança de profissão, a adaptação a quaisquer situações e a estimulação da criatividade para se renovar sempre. Uma formação integral se faz não somente com o que será oferecido ao aprendiz, mas por toda a trajetória percorrida ao longo de sua aprendizagem.

Atualmente a educação tem se entrelaçado cada vez mais com a área tecnológica, sendo reforçada pelo período de pandemia, onde, muitas escolas mantiveram suas escolhas no uso de ferramentas para a realização de atividades, pesquisas e prática pedagógica (CORDEIRO, 2020; DOMINGUES, 2019).

A globalização, intensificada a partir da virada do século XXI, estimulou a formação de indivíduos com habilidades para que atuem ativamente dentro de uma rede colaborativa que cresce a cada passo em prol do desenvolvimento humano, visando o ideal proposto pela construção de uma sociedade mais justa, igualitária e que busca solução para seus percalços (BRENNAND & VASCONCELOS, 2005).

Masuda (1982 apud PENHAKI 2019, p. 26) anunciava uma sociedade onde o indivíduo deveria ser cada vez mais criativo e, acima de tudo, buscar a autorrealização. Essa tal sociedade da informação estaria moldada sob as formas tecnológicas (informática) e esse modelo formaria a natureza fundamental da nova sociedade. O trabalho de Penhaki (2019) ainda aponta o fator de que, muitas habilidades humanas foram substituídas por máquinas tecnológicas que apresentam uma determinada inteligência artificial o que faz com que os indivíduos tenham que buscar, cada vez mais, desenvolver habilidades e competências que sejam seus diferenciais. Como nada foge da evolução e do tempo, existe uma corrida adaptativa onde o ser humano, em sua essência, necessita sempre se aprimorar e acompanhar, de forma contínua, os avanços de suas próprias criações.

Para lidar com toda essa situação, destaca-se a capacidade analítica e a presença de um trabalho em equipe alinhado, multidisciplinar, cooperativo, que funcione bem sob pressão, baseado em diferentes abordagens e com grande volume de informações (CRAWFORD; DALTON, 2016 apud PENHAKI 2019, p. 93).

Ainda aponta que:

As Inteligências Artificiais (IA) são alimentadas por dados fornecidos por indivíduos que utilizam as redes de internet, além de terem sido programada por pessoas que buscam o aprimoramento dos processos que servirão de ferramentas para o dia a dia no âmbito industrial e social. As IA possuem a habilidade de autonomia de interligação de dados pré-existentes para gerar respostas e soluções de forma autônoma, não havendo a necessidade de pessoas realizando a função a qual foi programada para realizar (SCHWAB, 2015 apud PENHAKI, 2019).

Führ (2018) diz que:

O docente precisa contribuir para que o educando desenvolva as competências, numa interrelação inseparável de conhecimentos (conteúdos), e habilidades para investigar a natureza complexa dos fenômenos do contexto da era digital.

É neste cenário atual que o professor é desafiado a oferecer as ferramentas necessárias para que seus aprendizes se formem com toda a completude exigida no mercado de trabalho (MOMETTI, 2020), deve-se reconhecer que haverá uma grande diversidade de individualidades dentro de uma mesma sala de aula e assumir que somente uma forma de ensinar não é suficiente para alcançar todos os saberes que necessitam ser identificados, cuidados e desenvolvidos.

Dentro desse contexto faremos uma associação com as *Soft Skills*. Como se trata de um termo amplo e abrangente, objetivaremos os delineamentos das habilidades de um indivíduo, sendo estas específicas para adequação às demandas da era 5.0. Diferentemente do passado, onde, as chamadas *Hard Skills*, como têm sido chamadas as competências cognitivas técnicas necessárias ao desenvolvimento de uma profissão, como fluência em um idioma ou domínio de uma ferramenta (MORAES, 2020), o mercado atualizado vem buscando profissionais com características multidisciplinares e flexíveis, onde é de suma importância que sua formação deve ser feita da mesma forma, tornando obsoleta o fracionamento de uma realidade complexa. As *soft skills* foram apresentadas por Penhaki (2019) da seguinte forma (Quadro 1):

Quadro 1 - Unidade de contexto de *Soft Skills*

Categoria de Contexto	Categoria de Análise	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
<i>Soft Skills</i>	Traços de Personalidade	Criatividade	Capacidade de criar ideias ou artefatos novos e valiosos (Boden, 2003).
		Motivação	...motivação para acreditar em si mesmo e permanecer disciplinado, capacidade de organizar e planejar atividades e tempo, capacidade de equilibrar o orçamento e de cooperar com clientes, colegas de trabalho e parceiros (KÜTTIM; ARVOLA; VENESAAR, 2011)
		Flexibilidade	Adaptabilidade, vontade de mudar, aprender ao longo da vida, aceitar coisas novas, ajustar-se, ensinar (ROBLES, 2012).
	Habilidades Interpessoais	Comunicação	Oral, capacidade de falar, escrita, apresentação pessoal, escuta (ROBLES, 2012). ...comunicação interpessoal como saber como fazer contatos com pessoas, entender pessoas e ter habilidades de auto apresentação foram as áreas de conhecimento consideradas mais importantes (KÜTTIM; ARVOLA; VENESAAR, 2011).
		Trabalho em equipe	Cooperativo, se dá bem com os outros, ser agradável, ser solidário, prestativo, colaborativo (ROBLES, 2012).

	Liderança	Olhar o todo e pensar estrategicamente; é reconhecer quando liderar e quando seguir; é reconhecer e lidar construtivamente com conflitos (CRAWFORD; DALTON, 2016).
--	-----------	--

Fonte: Penhaki (2019, p. 82).

Desta forma, é possível estabelecer uma interface com a proposta da BNCC (2018), a qual orienta sobre as ações pedagógicas dizendo:

[...] a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC. (BRASIL, 2018, p. 13).

Além disso, a BNCC estabelece sobre o contexto da demanda de trabalho mundial dizendo:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades. (BRASIL, 2018, p. 14).

A BNCC define as Competências como:

[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2018, p. 8).

Corroborando com os conceitos apresentados, a proposta de trabalho a seguir oferece uma alternativa didática onde todos os envolvidos poderão aplicar, na prática, um modelo que entregará uma atividade sequenciada na qual será possível protagonizar cada um dos indivíduos utilizando suas próprias habilidades. Os participantes terão a possibilidade de contribuir onde desejarem, isso é possível pela variedade de tarefas que compõem toda a atividade.

3. O PROJETO DE PESQUISA E SEU REFERENCIAL TEÓRICO

Esta pesquisa de natureza explicativa e caráter pedagógico busca apresentar recursos didáticos para que uma abordagem integral seja aplicada no contexto escolar. Para isso, utilizaremos como base teórica, para o cumprimento dos objetivos aqui propostos, as contribuições de David Ausubel com as etapas da aprendizagem significativa desenvolvida em associação a Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner, para a construção de um conhecimento trabalhado pelo próprio indivíduo. Abordaremos também a importância do aprendizado contextualizado, apresentado por Edgar Morin, definido por ele como “um combate vital rumo a lucidez” (2000, p. 14).

As etapas que compõem a aprendizagem significativa serão abordadas através da metodologia da Sequência Didática Investigativa (SDI) utilizando os princípios discutidos por Motokani (2015) e que será avaliada e reavaliada a cada etapa cumprida pelo método EAR (Elaboração/Aplicação/Reelaboração) (GIORDAN; GUIMARÃES, 2013), onde buscaremos **motivar** o participante através da curiosidade; explorar seus **conhecimentos prévios** durante o debate sobre suas escolhas em cada etapa; propor **desafios** onde necessitem colaborar entre si; e, por fim, **divulgar** os conhecimentos adquiridos ao público, como uma forma de difusão científica dos processos de suas investigações (GUIMARÃES; GIORDAN; MASSI, 2011; SÁ, 1999; CAÑAL; PÓRLAN, 1987, pp. 89-96).

Jeng-Fung Hung e Chen-Heng Ko (2017) enumeraram algumas etapas que compõem o que propuseram como *Creative Inquiry Model*. Os passos se baseiam na exploração, explicação e comunicação. Sendo assim:

1. Os alunos se envolvem com uma questão científica, evento ou fenômeno. Isso se conecta com o que eles já sabem, cria dissonância com suas próprias ideias e/ou os motiva a aprender mais;
2. Os alunos exploram ideias por meio de experiências práticas, formulam e testam hipóteses, resolvem problemas, e criam explicações para o que observam;
3. Os alunos analisam e interpretam dados, sintetizam suas ideias, constroem modelos e esclarecem conceitos e explicações com professores e outras fontes de conhecimento científico;
4. Os alunos ampliam sua nova compreensão e habilidades e aplicam o que aprenderam a novas situações;
5. Os alunos com seus professores revisam e avaliam o que aprenderam e como aprenderam.

Este conjunto de atividades prevê que os estudantes precisarão utilizar referenciais geográficos, compreender as noções básicas de datação dos sítios arqueológicos, que exigirão alguns fundamentos da química, física e matemática para resolvê-los, e história, especialmente a história da evolução humana e sua dispersão no nosso planeta. Por se tratar de atividades interdisciplinares os conceitos trazidos por Olga Pombo (2006) serão aqui brevemente apresentados e discutidos. As atividades aqui desenvolvidas procuram, também, contemplar a diversidade de preferências individuais dos alunos no que tange as formas de apresentação do material didático, assim há aqueles que preferem atividades manuais, outros atividades visuais, outros têm mais facilidade em atividades intelectuais como leituras individuais e outros atividades coletivas. Assim o conceito de inteligência múltipla de Gardner (1983) será aqui considerado.

3.1 O conceito e variações da *interdisciplinaridade*

O ser humano, ao longo de sua história acumulou conhecimentos em tamanha quantidade que se tornou necessário dividir o conjunto de conhecimentos por áreas de domínio. Na antiguidade como na Universidade de Paris em 1231 havia tão somente as faculdades de Artes, Leis Canônicas, Teologia e Medicina. Com o abandono pelas Universidades aos preceitos religiosos (secularização) ao longo dos anos subsequentes, novas disciplinas foram sendo criadas nas ciências sociais, como a ciência política e economia e nas ciências naturais, biologia, química e física. Com o enorme aumento de conhecimento, acumulado pela espécie humana, os cientistas foram obrigados a se especializarem o que dificultou a compreensão do todo. Foi exatamente por conta disso, que se tornou necessário trazer esta discussão para o interior das escolas. Com a enorme fragmentação dos

conhecimentos, em função das especializações, “a escola não ensina o que é o conhecimento, ele é apenas transmitido pelos educadores, o que é um reducionismo”, diz Morin (2017). Morin ainda afirma acreditar que a transdisciplinaridade é o caminho para alcançar uma visão de mundo mais complexa.

As variações das *disciplinaridades* ainda são passíveis de interpretações, Olga Pombo (2006) diz:

Há uma família de quatro elementos que se apresentam como mais ou menos equivalentes: pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Sentimo-nos um pouco perdidos no conjunto destas quatro palavras. As suas fronteiras não estão estabelecidas, nem para aqueles que as usam, nem para aqueles que as estudam, nem para aqueles que as procuram definir. Há qualquer coisa estranha nesta família de palavras. Uma vez são usadas umas, outras vezes outras. Há pessoas que gostam mais de uma e a usam em todas as circunstâncias, outras mais de outras. Como se fosse uma questão de gostar ou não gostar. Mas é assim que as coisas funcionam.

O conceito de interdisciplinaridade por ser um conceito complexo e muito discutido e estudado, e até certo ponto mal resolvido, pela existência de diferentes interpretações sobre as diferenças entre interdisciplinaridade, multidisciplinaridade, transdisciplinaridade. Não aprofundaremos aqui as questões conceituais e todas suas vertentes a não ser naqueles aspectos pertinentes ao seu uso em sala de aula.

A este respeito Morin considera a necessidade do resgate do pensamento complexo onde, por de trás de cada objeto, existe uma rede de acontecimentos físicos, químicos, biológicos e sociais que formam um único conhecimento, no sentido do originário do termo *complexus*: o que é tecido junto” (MORIN, 2005. p. 13).

A interdisciplinaridade, portanto, pode ser vista como uma forma de satisfazer essa tendência natural da razão humana, ao permitir que diferentes disciplinas se comuniquem e se conectem em um esforço conjunto para resolver problemas complexos e compreender questões importantes (POMBO, 2006; MORIN, 2017).

Além disso, a interdisciplinaridade pode ajudar a superar as limitações de abordagens disciplinares isoladas, permitindo que as soluções sejam desenvolvidas a partir de múltiplas perspectivas e enfoques. Isso pode resultar em soluções mais criativas e inovadoras, que podem ser mais eficazes na resolução de problemas complexos e multifacetados.

É necessário repensar a forma como a educação é concebida e implementada, com o objetivo de promover uma formação mais integral e relevante para as demandas do século XXI. Nesse sentido, a adoção de abordagens interdisciplinares, como a racionalidade transversal, proposta por Mikhail Bakhtin, em seu livro “A Estética da Criação Verbal”, publicado em 1979, pode ser fundamental para permitir uma educação mais dinâmica, inovadora e conectada com as necessidades reais do mundo contemporâneo. Ao integrar diferentes disciplinas e perspectivas em um processo de ensino-aprendizagem, a racionalidade transversal pode ajudar a formar indivíduos mais capacitados para lidar com a complexidade e a diversidade do mundo, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa, criativa e sustentável.

A racionalidade transversal apresenta desafios para os profissionais envolvidos, que muitas vezes precisam trabalhar fora de suas áreas de especialização, o que pode levar a um risco de superficialidade na análise de problemas complexos (AUGUSTO & CALDEIRA, 2007). A implementação dessa abordagem também pode ser afetada por questões sociais, políticas e econômicas, como falta de interesse dos alunos, restrições orçamentárias, que leva a falta de recursos, pressão por resultados rápidos, comprometendo a integridade da abordagem. Além disso, a valorização da diversidade de perspectivas pode levar a uma falta de clareza e objetividade em relação aos resultados alcançados (AUGUSTO & CALDEIRA, 2005).

3.2 O Conceito de Inteligências Múltiplas

A Teoria das Inteligências Múltiplas foi desenvolvida por Howard Gardner (1994), um professor e psicólogo da Universidade de Harvard. A teoria de Gardner foi relatada pela primeira vez no livro “*Frames of Mind*” (Estruturas da Mente em 1983). Gardner afirma que nós, humanos, dispomos de sete inteligências sendo elas: linguística, lógico-matemática, espacial, corporal-cinestésica, musical, interpessoal, intrapessoal e mais tarde incluiu a naturalista (LOPES, 2015).

Quadro 2 - Descrição das habilidades e competências, segundo Gardner (1983).

Tipos de Inteligência	Pensam	Gostam muito	Precisam de
Linguística / verbal	Em palavras	Ler, escrever, contar histórias, fazer jogos de palavras	Livros, fitas, materiais para escrever, papel, diário, diálogos, discussões, debates, histórias.
Lógico / matemática	Raciocínio	Experimentar, questionar, resolver problemas lógicos, calcular.	Coisas para explorar e pensar, materiais científicos, manipulativos, idas ao planetário e ao museu de ciências.
Visual / espacial	Imagens / figuras	Planejar, desenhar, visualizar, rabiscar.	Artes, Lego, vídeos, filmes, slides, jogos de imaginação, labirintos, quebra-cabeças, livros ilustrados, idas a museus de arte.
Corporal / Cinestésica	Sensações somáticas	Dançar, correr, pular, construir, tocar, gesticular.	Dramatização, teatro, movimento, coisas para construir, esportes, jogos de movimento, experiências táteis, aprendizagem prática.
Musical	Ritmos e melodias	Cantar, assobiar, cantarolar, batucar com mãos e pés, escutar	Tempo para cantar, idas a concertos, tocar música em casa e na escola, instrumentos musicais.
Interpessoal	No que os outros pensam (sensibilidade com o outro)	Liberar, organizar, relacionar-se, manipular, mediar, fazer festa.	Amigos, jogos de grupo, reuniões sociais, eventos comunitários, clubes, mentores dos aprendizados.
Intrapessoal	Em relação às suas necessidades, seus sentimentos e objetivos.	Estabelecer objetivos, meditar, sonhar, planejar, refletir.	Lugares secretos, tempo sozinhas, projetos e escolhas no seu ritmo pessoal.
Naturalista	Por meio da natureza e das formas naturais.	Brincar com animais de estimação, cuidar do jardim, investigar a natureza, criar animais, cuidar do planeta Terra.	Acesso à natureza, oportunidade de interagir com animais, instrumentos para investigar a natureza (por exemplo, lupas e binóculos).

Fonte: Armstrong (2000, p. 34 apud Lopes, 2015).

A proposta por ele formulada é de que cada indivíduo tem maior habilidade para desenvolver mais um dos tipos de inteligência do que outros. Essa teoria possibilita que o professor trabalhe com estímulos específicos e com isso desenvolva de forma mais adequada determinada habilidade de cada um. Conta-se que esta percepção por parte de Gardner originou-se quando levou seus filhos a um concerto musical e ao retornar em casa ele percebeu que um havia se concentrado nos detalhes da música, outro nos movimentos da dança e o terceiro no cenário, e que isto o teria intrigado. Afinal, cada um de seus filhos teve um tipo de memória e em consequência apresentavam diferentes tipos de inteligência.

A publicação deste livro rompeu com o conceito vigente na época de uma inteligência lógico-matemática que era verificada pelos testes de quociente intelectual, o famoso teste de QI criados no século XX pelo psicólogo francês Alfred Binet (FERREIRA, 2004).

4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Com a evolução dos paradigmas e a necessidade de intervenções pedagógicas constantes, os professores sofrem com a falta de tempo para elaborarem atividades que se enquadrem nas novas demandas previstas nas bases curriculares. Augusto e Caldeira (2007) apontam que os motivos mais apontados por professores para a não implementação de práticas interdisciplinares é a falta de tempo para pesquisas e para se reunir com outros professores, falta de recursos e conhecimento, falta de colaboração entre o corpo docente e problemas com a instituição de ensino.

Dessa forma, oferecemos um material completo visando facilitar a implementação de atividades que podem ser incorporadas ao Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição. Esse material oferece uma alternativa tanto para o problema da falta de tempo criativo como o atendimento às múltiplas habilidades contidas em uma sala de aula, possibilitando uma adequação às orientações contidas na BNCC.

O objeto de estudo escolhido foi o Ensino de Evolução Humana. Nossa escolha foi motivada pela escassez de informações que os materiais didáticos atuais apresentam e a necessidade de se conhecer a origem e desenvolvimento de nossa própria espécie. Paesi (2018) aponta em seu artigo que, apesar dos livros didáticos apresentarem esse tema,

geralmente estão associados a outros assuntos entrando apenas como uma complementação, além disso, em sua maioria, é apresentado somente nos capítulos finais, o que faz com que muitos professores justifiquem a não apresentação do tema por falta de tempo ou até mesmo para não gerar polêmica em sala de aula.

Espera-se que, através das atividades que serão propostas, seja possível o aprofundamento no tema de forma multidisciplinar, onde as competências das disciplinas sejam aplicadas em cada etapa em busca da resolução dos problemas. As etapas simulam o cotidiano de quem pratica a investigação utilizada na busca pelas pistas deixadas por nossos ancestrais, com o objetivo de responder à questão “Quem são e o que aconteceu com a diversidade das espécies de homínidos?”. Dessa forma, busca-se expandir o conhecimento concentrado em nichos, para o conhecimento comum entre os estudantes, sendo mais uma ferramenta integradora para a compreensão de processos naturais, origem e dispersão da espécie humana que contribuem para o autoconhecimento.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Propor um material flexível, com possibilidade de uso em diferentes áreas de conhecimento, de forma integrada e abrangente, para ser incorporada à rotina escolar como forma de facilitar a implementação de novas práticas pedagógicas e formação continuada do corpo docente.

5.2 Objetivos Específicos

1. Apresentar ferramenta baseada nos novos paradigmas da educação;
2. Propor estratégia pedagógica capaz de proporcionar uma relação professor/aluno com igualdade de voz;
3. Desenvolver material com flexibilidade de aplicação baseada na teoria das Inteligências Múltiplas, proposta por Gardner (1983), no contexto em que estiver inserido;

4. Desenvolver estratégia facilitadora de integração dos projetos pedagógicos com a formação continuada dos professores;
5. Propor material onde seja possível compreender o mundo que nos cerca, entre eles o da nossa própria história como espécie (MORIN, 2000).

6. ETAPAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Este trabalho, de natureza explicativa e caráter pedagógico, é composto por um Manual de Sequência Didática (A1) composto de etapas investigativas para a resolução de uma situação-problema (Quem são e o que aconteceu com a diversidade das espécies de homínídeos?), nesse caso, procurando pistas do passado de nossa espécie. A SD girará em torno de um modelo didático que simula algumas etapas de redescoberta de fósseis de homínídeos. Os modelos didáticos são baseados nos fósseis dos esqueletos humanos, ou fragmentos deste, encontrados nos sítios arqueológicos espalhados mundo afora, especialmente no continente africano. O público-alvo são estudantes a partir dos anos finais do Ensino Fundamental até a etapa do Ensino Médio.

Neste trabalho serão utilizados materiais desde atlas geográficos até modelos didáticos para que os processos de busca por respostas sejam realizados. Essa mescla tende a proporcionar um maior entendimento do que é necessário para que se chegue aos conceitos que conhecemos como informação científica.

O método científico na escola pode proporcionar uma construção do saber de forma mais autônoma e por fim desenvolver a criticidade e confiança dos estudantes em responder a problemas e situações cotidianas e, principalmente, descobrir que ainda existem muitas perguntas a serem respondidas, que a ciência não é algo pronto e acabado (FONSECA, 2008).

Os modelos didáticos aqui propostos possuem caráter espontaneísta (JUNIOR & MARCONDES, 2010) e devem ser aplicados na seguinte sequência: (a) entrega de caixas contendo modelos de fósseis; (b) investigação e organização das informações obtidas nas caixas e fichas para formulação de problemas e resultados; (c) apresentação de um vídeo sobre evolução em um contexto geral; (d) apresentação dos resultados da pesquisa através de comunicação por diversos veículos físicos e digitais; (e) análise das produções dos grupos

para avaliação dos participantes; (f) análise dos questionários das avaliações das etapas da SD.

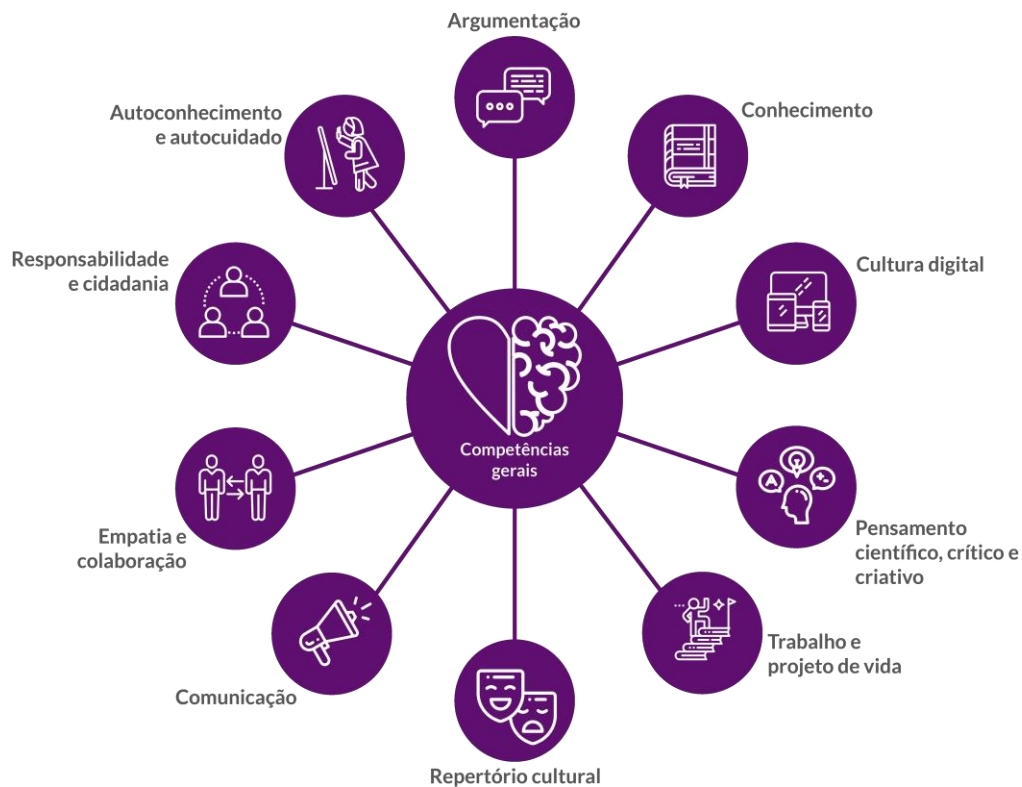
O método da SD, com os princípios discutidos por Motokani (2015), podem ser aplicados em diversas unidades didáticas. O conceito de SD pode ser, de um modo geral, considerado como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais, onde os fins são conhecidos pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). As SD serão utilizadas como ferramentas para a coleta de dados nas investigações em educação científica com o intuito de criar condições favoráveis para os alunos se apropriarem de ferramentas culturais próprias da comunidade científica (ALMOULOU; COUTINHO, 2008).

As etapas da SD são moldadas pelas Competências Gerais da BNCC, que apresenta uma interface com o conceitos das *soft skills* e teoria das Inteligências Múltiplas. Morais (2020) apontou a necessidade de algumas intervenções voltadas para a formação integral do indivíduo e isso se intensificou no período da pandemia do vírus COVID-19². Uma de suas proposições foi “apoio de material estruturado” e “conteúdo esquematizado para a construção das aulas”. Desta forma, ele conclui que é possível gerar motivação e propiciar um ambiente de aprendizagem atualizado.

Buscando seguir o paralelo da BNCC com o conceito das *Soft Skills*, este trabalho apresenta uma variedade de funções, onde será possível o participante se desenvolver em sua habilidade mais evidente ou desenvolver uma outra que sinta vontade. As Competências Gerais da BNCC são apresentadas em 10 conceitos que necessitam ser desenvolvidos no processo de ensino-aprendizagem como apresentadas na **Figura 1**.

² A COVID-19 é a doença causada por um novo coronavírus denominado SARS-CoV-2. A Organização Mundial da Saúde (OMS) tomou conhecimento deste novo vírus em 31 de dezembro de 2019, após receber a notificação de um grupo de casos de “pneumonia viral” em Wuhan, na República Popular da China (OPAS, 2021).

Figura 1 – Competências Gerais da BNCC



Fonte: BNCC Glossário Digital. Disponível em: <http://glossario-digital-bncc-00-c8118adcf4fcd.webflow.io/estrutura-bncc>. Acesso em: 09 de abr. de 2022.

Além do Manual da SD, elaboramos um livro paradidático que será disponibilizado em formato e-book intitulado “Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo” (A2) que traz diálogos a personagem Olívia e seu avô, que é um médico aposentado e muito culto, chamado de vô Tonho por sua neta, uma menina muito curiosa e perspicaz, a personagem principal do livro.

Ao final, o conjunto de informações adquiridas no processo devem ser avaliadas, analisadas e sistematizadas pelos alunos em um processo mediado pelo professor. Sua organização é complexa, pois sua sequência, apesar de ser previamente planejada, será replanejada de acordo com a necessidade identificada na avaliação das etapas. Uma SD apresenta um período mais extenso que apenas uma aula, e seu sequenciamento deverá estar ligado ao passo anterior para que haja uma construção de um determinado conhecimento, todo o seu desenrolar, girará em torno de uma problematização discutida e apresentada pelos alunos junto com o professor mediador, desta forma será possível trabalhar com conteúdo de

naturezas disciplinares distintas em uma só linha de raciocínio (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011; GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

6.1 Notas sobre Evolução

A temática Evolução vem sendo analisada e discutida ao longo de séculos. Podemos citar como significado desta palavra a “*transformação e mudança contínua, lenta e gradual em que certas características ou estados mais simples tornam-se mais complexos, mais desenvolvidos e aperfeiçoados; desenvolvimento, progresso*”, outro significado também foi descrito como “*teoria evolucionista biológica de Charles Darwin, naturalista inglês (1809-1882), que admite a transformação progressiva das espécies por mutação ou seleção natural; darwinismo.*” (MICHAELIS, 2023).

Dentro de seus aspectos, podemos estudá-la, vivenciá-la e até mesmo investigá-la, entretanto, seus processos são lentos e graduais, sendo, em alguns deles, necessárias dezenas de gerações de vida humana para compreendê-la. Cheikh Anta Diop, responsável pelas ideias do princípio da Afrocentricidade³ (DIOP, C. A., apud GAIA, R.S.P; SCORSOLINI-COMIN, F. A, 2020), investigou fragmentos de fósseis dispostos sob o solo africano e seguiu as pistas, montando assim, um quebra-cabeça até hoje incompleto, dada a complexidade de localização de novos sítios arqueológicos relevantes na temática humana.

Com as informações geradas, as rotas das migrações humanas foram se materializando e se confirmando com análises multidisciplinares. Hipóteses sobre as rotas migratórias, que nos levaram a ser um ser vivo cosmopolita, assim como os animais, plantas e micro-organismos de nossa convivência, ainda são repensadas e reanalisadas atualmente, estas rotas definem nossa primeira origem e a tudo o que está a nós conectado, dando a possibilidade de ampliação das informações que compõem a nossa história.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

³ Princípio que afirma que a humanidade teve sua origem na África, portanto, somos todos africanos.

7.1 Materiais

Os materiais aqui indicados podem ser substituídos por outros da mesma natureza de preferência do professor. O critério para a escolha foi a qualidade visual, contemporaneidade e acessibilidade.

7.1.1 Modelos Didáticos

O modelo didático dos fósseis é o ponto principal da atividade, pois será o objeto de pesquisa e estudo durante as etapas. Os modelos foram feitos manualmente em massa de porcelana fria e as peças são correspondentes aos fósseis encontrados pelas equipes de escavação mundo afora. Os modelos representarão as seguintes espécies: *Australopithecus afarensis* (Figura 2), *Australopithecus africanus* (Figura 3), *Homo habilis* (Figura 4), *Homo georgicus* (Figura 5), *Homo ergaster* (Figura 6), *Homo erectus* (Figura 7), *Homo heidelbergensis* (Figura 8), *Homo neanderthalensis* (Figura 9) e o *Homo sapiens* (Figura 10). Buscou-se modelar cada uma das peças de acordo com os modelos paleoartísticos do livro *Evolution: The Human Story* (ROBERTS, 2011). Os modelos prontos são incrustados no bloco de escavação durante o processo de secagem em molde (Figuras 11, 12 e 13).

Figura 3 – Modelo dos fósseis do hominídeo *A. afarensis*.



Figura 2 – Modelo dos fósseis do hominídeo *A. africanus*.



Figura 5 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. georgicus*.



Figura 4 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. habilis*.



Figura 6 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. ergaster*.



Figura 7 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. erectus*.



Figura 9 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. neanderthalensis*.



Figura 8 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. heidelbergensis*.

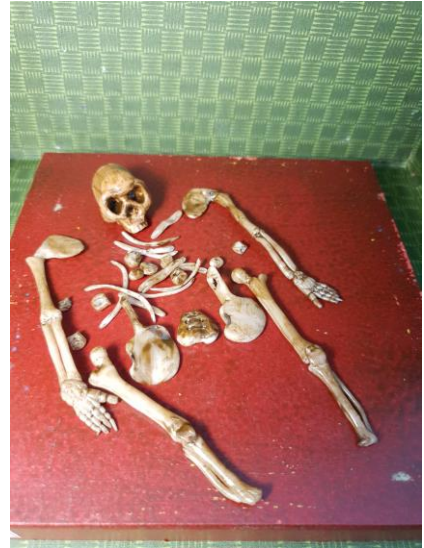


Figura 10 – Modelo dos fósseis do hominídeo *H. sapiens*.



Figura 11 – Colocando o modelo no molde.



Figura 13 – Cobrindo o modelo**Figura 12 – Modelo totalmente coberto**

Todo o detalhamento do preparo dos blocos para escavação está descrito no Manual da SD com todas as proporções que devem ser usadas. Os modelos podem ser substituídos por outros objetos de estudo como, por exemplo, plantas, rochas e outros animais. Amaral (2011, p. 7) define modelos didáticos como “um objeto modelado que incorpora a representação interpretativa, tridimensional, em escala, de um objeto, espécime natural ou teoria, como o objetivo de simular, demonstrar/mostrar, exemplificar ou postular uma situação real”. Os modelos didáticos apresentados são de natureza espontaneísta, ou seja, aquele que possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências, a fim de proporcionar uma participação ativa durante seus processos de aplicação (JUNIOR & MARCONDES, 2010, p. 103).

7.1.2 Caixas com blocos de escavação

As caixas das **Figuras 14, 15 e 16** foram feitas de cores variadas para diferenciar o conteúdo sem que esteja identificado diretamente. Somente o professor terá previamente o conhecimento do conteúdo dos blocos (**Figuras 17 e 18**) que foram por ele mesmo

selecionado. As caixas devem ser distribuídas de acordo com sorteio das coordenadas geográficas.

Figura 14 - Caixas prontas



Figura 15 - Caixa com o bloco dentro



Figura 16 - Caixas identificadas



Figura 17 - Réplica do fóssil encontrado



Figura 18 - Escavando o bloco



É nesta etapa que o conceito de redescoberta assume o protagonismo e as inteligências visual/espacial, corporal/cinestésica, interpessoal e naturalista, propostas por Gardner, são evidenciadas através da manipulação do material.

7.1.3 Coordenadas Geográficas e Ferramentas Google

As coordenadas geográficas foram organizadas em pequenos rolinhos de papel que serão sorteados em pequenas garrafinhas numeradas com tampa de cortiça (**Figura 19**) retratando uma pista a ser seguida. No Manual seguem os modelos das coordenadas (**Figura 20**) para que o professor somente recorte em pequenos papéis para montagem das garrafinhas. Cada número corresponde a uma caixa a ser escavada. Após o sorteio das coordenadas, os participantes devem receber a caixa para a escavação e busca do local através dos materiais de pesquisa disponíveis (Atlas, Google Maps e/ou Earth).

Figura 19 - Garrafinha com coordenada geográfica



Figura 20 - Modelo de coordenada

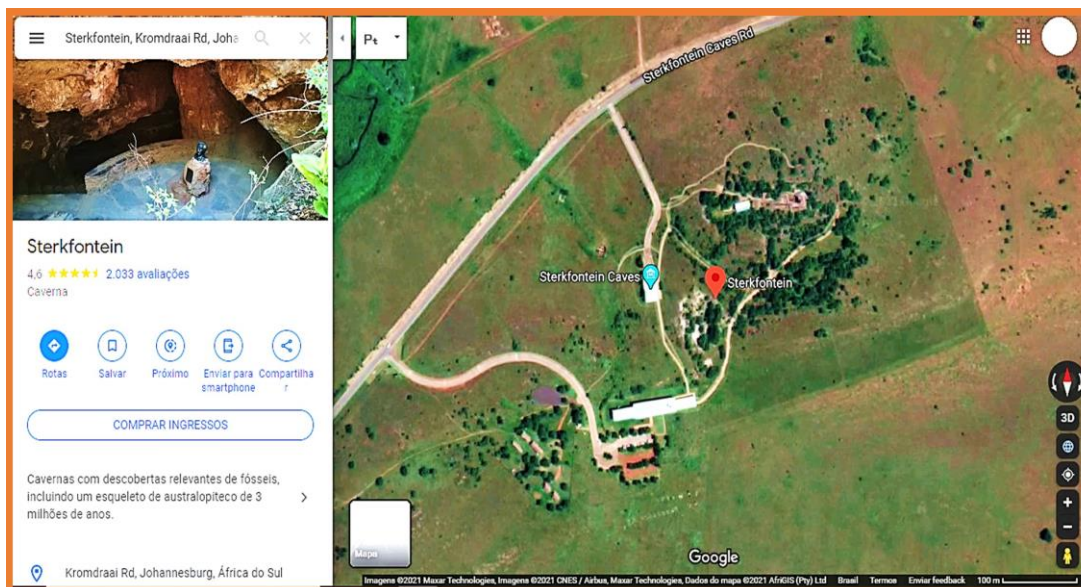
Caixa 1 Australopithecus afarensis

Coordenadas: Caixa 1
Local 1:
zona 1 – 12° 31' 08.0 ^{''} N 41° 47' 31.3 ^{''} E
zona 2 – 13° 27' 29.1 ^{''} N 40° 33' 34.7 ^{''} E
zona 3 – 9° 58' 24.6 ^{''} N 40° 28' 13.5 ^{''} E
zona 4 – 12° 27' 00.0 ^{''} N 40° 17' 33.4 ^{''} E
Local 2: 3° 46' 45.8 ^{''} N 35° 58' 17.7 ^{''} E

Nesta etapa a investigação é a protagonista e através de sua ação é possível evidenciar as inteligências corporal/cinestésica, lógico/matemática e intrapessoal. As coordenadas geográficas foram geradas a partir de buscas no *Google Earth*⁴ (**Figura 21**) indicando o nome dos sítios arqueológicos que fazem parte deste trabalho.

⁴ Google Earth: é um programa disponibilizado gratuitamente na Internet pela empresa multinacional da Google, cuja função é mostrar simbolicamente o planeta Terra em forma tridimensional (CORREA, FERNANDES & PAINE, 2010).

Figura 21 - Busca no *Google Earth*



Fonte: Google Earth. Data da imagem: 31 de jan. 2021.

As coordenadas geradas pelo *Google Earth* passaram por seguidas verificações, onde, alunos e professores voluntários buscaram as coordenadas, sem nenhuma informação prévia e todos encontraram os mesmos locais.

Como recurso geotecnológico utilizaremos algumas ferramentas *Google Earth*. As ferramentas devem ser utilizadas através de smartphones, computadores e tablets com rede de internet disponibilizada pela instituição de ensino. Além da localização, os estudantes também poderão utilizar a busca para pesquisar quaisquer questionamentos que surgirem.

Correa, Fernandes e Paine (2010) apontam esta ferramenta como uma das mais populares entre os alunos e ressaltam a importância dessas ferramentas para que se tenha um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, além de proporcionar a inclusão digital. Da Silva e Carneiro (2012) consideram que o *Google Earth* contribui para uma formação mais abrangente, pois através dessa ferramenta é possível criar-se um contexto em que ciência e tecnologia possibilitem uma reflexão social.

A interação com a ferramenta possibilita que o participante protagonize uma investigação que irá oferecer a condição para o grupo seguir adiante nas etapas tornando, assim, seus ofícios mais significativos. Seu uso na educação capacita o participante a extrair dados em diferentes escalas para contribuir na construção de hipóteses reais com as

informações coletadas no mapa, entretanto, vale ressaltar a importância do seu uso dentro de um contexto pré-estabelecido pelo professor através de um planejamento (EVANGELISTA, ROCHA & SILVA, 2017).

7.1.4 Mapa-múndi e Atlas

Para registro dos locais encontrados, foi feito um Mapa-múndi de 1,70x0,85m em adesivo laminado fixado em um banner dobrável para melhor mobilidade, de forma que o mapa possa ser facilmente enrolado e transportado. Este mapa deve estar fixado na parede e em local comum a todos os grupos. Seu uso será coletivo e simultâneo. A laminação na superfície do mapa facilita a colagem e a retirada de adesivos que podem, ser utilizados na etapa de marcação dos sítios e rotas de migração. A cada local encontrado, uma marcação deve ser feita em cima da região, de acordo com o número ou cor da caixa, para que possa ser traçado um panorama final após todos terem completado as suas localizações. Estas marcações devem ser feitas após o recebimento das Fichas de informação que irão confirmar a localização correta dos grupos.

Alguns Atlas também fazem parte do material disponível para pesquisa e investigação. Os exemplares foram escolhidos sob o critério de completude e ilustração, sendo os mais completos e com as ilustrações mais originais e confiáveis selecionados. A busca se deu pelo canal de compras e-commerce e livraria física. Seguem informações sobre os exemplares escolhidos:

- a) **Atlas Geográfico Mundial: versão essencial**, versão brasileira dos autores Antônio José Teixeira Guerra, Heinrich Hasenack e Adalberto Scortegagna, da editora Fundamentos. Este atlas apresenta uma abordagem inicial sobre conceitos geográficos, explicação sobre os diferentes tipos de mapas e ilustrações de problemas ambientais causados pelas mudanças climáticas. Em seu conteúdo principal, que são os mapas, São apresentadas paisagens e imagens de satélites demonstrando uma visão real nos continentes. Por fim apresenta-se um índice de algumas localidades com suas coordenadas em latitude e longitude com instruções de leitura dessas informações.

- b) **Atlas Geográfico** das autoras Vera Lúcia de Moraes Caldini e Leda Ísola em sua 4ª edição pela editora Saraiva. Este atlas se inicia com conteúdos relacionados a astronomia, idade da Terra, evolução e geologia. O atlas apresenta uma breve história da cartografia e a evolução dos mapas seguido de uma explicação de termos e leitura cartográfica. Em seu conteúdo principal, esse exemplar apresenta menor quantidade de textos e maior detalhamento dos mapas, com muitas informações socioeconômicas por legendas. Por fim apresenta diversas tabelas com informações gerais comparativas do mundo inteiro sobre diversos temas.
- c) **Mapas: Uma viagem deslumbrante pelas terras, mares e culturas do mundo** na versão brasileira pelos autores Aleksandra Mizielinska e Daniel Mizielinski da editora WMF Martins Fontes. Este livro de mapas possui um alto apelo visual, onde seus mapas são todos ilustrados de forma animada com desenhos das principais características de cada país apresentado. Possui muitas cores, linguagem curta e simplificada. Sua principal característica é a riqueza de detalhes representadas por desenhos em um belo infográfico.

Não há uma obrigatoriedade de a escolha do material ser a mesma que a indicada aqui, o que importa é que essa variedade de ferramentas tenha boa qualidade para que seja atrativa aos participantes.

A cartografia, considerada como uma linguagem por Denis Richter (2017) em artigo, sempre esteve envolvida com avanços científicos na história da humanidade. Podemos encontrar a cartografia nos mais diversos campos como, por exemplo, em filmes como o mapa que levará ao tesouro, em livros religiosos contando sobre as migrações e delimitações de territórios que ocorreram na época, ou em jogos de tabuleiro simulando uma conquista territorial. Papavero, Teixeira e Prado (2013, p. 414-416) abordam em seu livro “História da Biogeografia: do Gênesis à primeira metade do século XIX” a influência da cartografia na Teoria da Evolução das Espécies, de Chales Robert Darwin. Ele baseava suas conclusões, que vieram mudar os paradigmas da época, na observação do parentesco entre os habitantes de algumas regiões separadas entre si, analisando geograficamente a formação de continentes e mares.

Portanto, esta etapa, investigativa e exploratória, foi considerada a evidência das inteligências linguística/verbal, visual/espacial, interpessoal, intrapessoal e naturalista.

7.1.5 Fichas de informação

Posterior as etapas de escavação e análise fictícia do que foi encontrado, as fichas, que contém informações mais detalhadas sobre as espécies (**Figura 22**), devem ser entregues aos participantes para que iniciem (1) o reconhecimento das espécies; (2) criação de hipóteses sobre origem e extinção; (3) análise da posição geográfica de cada espécie encontrada; (4) análise das possíveis rotas de migração.

Figura 22 - Ficha de informação



Australopithecus afarensis

Encontrado em: Laetoli, Tanzania; White Sands, Hadar, Maka, Belohdelie and Fejej, Etiópia; Allia Bay and Oeste da Turkana, Kenya.

Coordenadas:

Local 1: Triângulo de Afar.

zona 1 – 12°31'08.0"N 41°47'31.3"E
zona 2 – 13°27'29.1"N 40°33'34.7"E
zona 3 – 9°58'24.6"N 40°28'13.5"E
zona 4 – 12°27'00.0"N 40°17'33.4"E

Local 2: 3°46'45.8"N 35°58'17.7"E

Outras informações:

Datado em 3.7 – 3 milhões de anos, foi encontrado em meio a camadas de cinzas vulcânicas.



Nesta etapa, a prática da contextualização garante o exercício do pensamento crítico e científico, na qual os participantes enfrentarão o desafio de buscar informações que concretizem suas hipóteses. É importante que esta etapa seja monitorada em relação as fontes de informação que serão acessadas pelos participantes. Durante a pesquisa sobre os aspectos culturais, geográficos, biológicos, sociais, dentre outros, é possível dar espaço as inteligências lógico/matemática, visual/espacial, corporal/cinestésica, musical, interpessoal, intrapessoal e naturalista para que se alcance o objetivo de redescobrir um fato científico.

As informações das fichas foram extraídas de duas fontes principais, o livro já citado anteriormente “*Evolution: The Human Story*”, de autoria da Dra. Alice Roberts e o livro “Assim Caminhou a Humanidade”, de autoria do Professor do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP, Walter Neves, do Doutorando do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, Miguel José Rangel Junior e do Professor Doutor no Departamento de Genética e Biologia Evolutiva no Instituto de Biociências da USP, Rui Murrieta (2015).

7.1.6 Diários de campo e Equipamentos de Segurança Individual

Como parte do material, os Diários de Campo e os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (**Figura 23**) devem ser distribuídos a cada um dos participantes para que façam seus registros pessoais e estejam protegidos.

Figura 23 - Diário de Campo e EPI



Este pode ser considerado o ponto que exigirá maior atenção do professor, pois precisará garantir que todos estejam utilizando estes equipamentos de forma adequada. Todas as etapas anteriores a esta geraram rastros de pesquisa, levantamento, comprovação ou refutação de hipóteses. Todas as anotações são importantes, pois toda a ação do grupo, será a fonte dos resultados da pesquisa realizada, desta forma, se iniciará a etapa da divulgação. Os

óculos de proteção e a máscara devem ser usados para evitar o contato do substrato dos blocos com os olhos e a boca e de ser inalado.

Nesta etapa todas as múltiplas inteligências são exploradas, pois se trata de registros pessoais sobre as ações coletivas, que foram construídas utilizando todos os recursos disponíveis para a resolução de um problema.

7.1.7 Material Complementar

E-book: Foi elaborado um e-book como material complementar a ser utilizado como reforço ao tema proposto. Este e-book, planejado e realizado no âmbito desta dissertação, trata de assuntos correlatos, mas que reforçam conceitos adquiridos em sala de aula.

Este livro paradidático foi pensado compreendendo que o fazer educacional sempre foi um desafio para todos os professores, especialmente quando se trata de discutir assuntos complexos, como a evolução dos seres vivos, incluindo a evolução dos humanos, um conceito de difícil assimilação, até por conta da existência de resistências devido as ideias com referencial religioso, como a criacionista. Sua aplicação se dá de forma interdisciplinar, onde, não somente os professores da área de Linguagens poderá explorar, mas também os das áreas de Ciências da Natureza e Ciências Humanas (ARAGÃO & MASUDA 2023, p. 4).

Este livro passou por processo de verificação de texto, conceito e conteúdo, onde, (1) a primeira revisão de texto foi realizada por professora voluntária da Educação Básica; (2) a revisão do conceito foi realizada por professora voluntária, do Ensino Superior, do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e (3) a revisão do conteúdo por professor voluntário do Ensino Superior, do Instituto de Biologia da UFRJ.

As ilustrações foram feitas por duas colaboradoras. As que compõem o interior do livro foram feitas por uma professora da Educação Básica da disciplina de Artes Visuais e a capa por uma acadêmica do Instituto de Biofísica Carlos Chagas da UFRJ. Todos os colaboradores estão devidamente indicados no livro.

A capa do livro foi projetada de forma autoral, com o intuito de atrair o interesse do leitor e expressar os pontos que serão abordados no texto. Considera-se autoral o estilo que não segue um gênero predeterminado, e sim, a expressão artística própria do ilustrador (ARAÚJO JÚNIOR, 2021, p. 23). Costa (2010) aponta que:

Sobretudo nas capas, as ilustrações possuem o estimado papel de ser o primeiro contato com o leitor e precisam ser pensadas como instrumentos de comunicação em vez de elementos meramente decorativos (p. 168).

Portanto, buscamos ser coerentes onde unimos os seguintes pontos que compõem a capa:

- a) Silhueta do mapa-múndi de forma simplificada onde há uma conexão com a palavra “mundo” contida no título;
- b) A personagem de Olívia caracterizada com as vestimentas que utilizou em sua viagem à África;
- c) Uma lupa na mão da personagem indicando a busca por “pistas” que a levarão às descobertas;
- d) A marca de diferentes fósseis retratados no livro como, por exemplo, pegadas de dinossauros e humanos;
- e) Evidência do continente africano como ponto inicial.

Este se trata de um livro ilustrado, ou seja, as imagens e o texto possuem a mesma força explicativa (ARAÚJO JÚNIOR, 2021, p. 17), entretanto, em alguns trechos, o texto cumpre a explicação independente da imagem. As imagens são de natureza didática, e auxiliam o professor a proporcionar ao aluno melhor compreensão do conteúdo (CASTAGINI & BALVEDI, 2010).

Laguna (2012) diz que:

Os livros paradidáticos atendem à Literatura e a todas as outras disciplinas, procurando ajudar professores e enriquecer a vida do aluno. Com visual e temas adequados, esses livros procuram despertar o hábito da leitura e levantar questionamentos que antes ficavam à margem da vida escolar, objetivando complementar informações de maneira leve e ágil (p. 48).

O autor ainda aponta a importância do compromisso do professor na formação do aluno-leitor:

E tudo isto está nas mãos do professor. A literatura apresenta um papel político amplo, pois várias ideologias podem coexistir na história através da vida de diferentes personagens. Ela deixa de ser apenas um sinal de erudição, para contribuir para a formação do pensamento crítico e atuar como instrumento de reflexão, uma vez que pode questionar, através de sua linguagem a hegemonia do discurso oficial e o consenso estabelecido pela ideologia dominante. É a arte de inventar, de fingir, de enganar e, ao mesmo tempo, mostrar o engano (p. 50).

Com a inclusão do livro paradidático neste trabalho espera-se abranger e desenvolver características linguística/verbal, através do exercício da leitura, visual, espacial, através das ilustrações e intrapessoal, através da reflexão sobre o que é lido.

Vídeo: Será também disponibilizado aos participantes, um vídeo intitulado “Uma História do Planeta: tudo muda o tempo todo” (GOMES & MASUDA, 2017) que é produto do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Educação em Biociências, do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, da UFRJ, com o intuito de aumentar a curiosidade dos participantes em relação ao tema que será desenvolvido.

Os recursos audiovisuais na educação podem ser usados com diferentes funcionalidades. Rosa (2000) acredita que é possível melhorar as atividades no Ensino de Ciências através desses recursos. Essas funcionalidades seriam (1) a motivação, a fim de “quebrar” a rotina escolar; (2) demonstração de eventos e efeitos que não podem ser vistos ou facilmente observados; (3) organizador prévio que servirá como ponte conceitual para que se assimile a aprendizagem de forma significativa; (4) instrumento para a Diferenciação Progressiva onde um conceito geral é apresentado antes para que se trabalhe questões específicas; (5) instrumento para a Reconciliação Integrativa para a provocação da comparação de instâncias particulares; (6) instrumento de apoio à exposição do Professor; (7) e Simulação de modelos da realidade. Vale ressaltar que as funcionalidades 3, 4 e 5 estão diretamente associadas a teoria de Ausubel (1980; MOREIRA & MASINI 2006, p.30 apud SOUSA *et al*, 2018).

Com este recurso é possível trabalhar as habilidades associadas a inteligência visual/espacial, musical e interpessoal.

7.2 Avaliação e apresentação dos resultados

Após todo o processo de investigação e redescoberta é necessário que todas as etapas e produções de conhecimento sejam organizadas e avaliadas. Neste momento, as reuniões entre os grupos devem objetivar a elaboração de uma forma de divulgação dos resultados.

Este espaço deve ser livre e não há uma forma fixa que deve ser feita. Os participantes podem estruturar Feiras de Ciências presenciais, criação de blogs, vídeos, livros, gibis, ilustrações, músicas e até mesmo artigos dentro dos padrões acadêmicos para publicação. Os participantes, de forma individual, devem uni-las em portfólio, como é sugerido por Ribeiro *et al* (2020) em seu artigo sobre a produção de um portfólio digital de um clube de Ciências no qual os participantes, chamados pelos autores de clubistas, trabalhavam as 10 competências propostas pela BNCC através da produção do material que, ao fim, serviram de material avaliativo para o professor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta aqui apresentada mostra todo o material produzido para a execução das atividades propostas, no entanto, devido à pandemia do Coronavírus (COVID-19), as atividades tiveram de ser suspensas e o trabalho foi reestruturado. Por conta disso, foram apresentados os materiais produzidos para a realização das atividades em forma de um Manual, como a produção do material didático a ser utilizado nas aulas, a reprodução em escala menor dos ossos de nove hominídeos que deram origem à nossa espécie o *Homo sapiens*, encontrados em seus respectivos sítios arqueológicos; e finalmente a produção de E-book com função complementar onde os dados originais, apresentados por simulação de uma redescoberta e que originaram uma discussão em sala de aula com todos os alunos, pudessem ser ampliados em torno deste núcleo inicial de discussão. Assim, de forma complementar está sendo proposta a leitura do E-book, que será disponibilizado gratuitamente aos alunos, assim como a apresentação de vídeo de interesse sobre este mesmo assunto.

Faz parte da estratégia de apresentação destas atividades, que todos os participantes se sintam afetivamente acolhidos, em torno da proposta. Os aspectos afetivos são fatores essenciais para o sucesso do curso. Shulman (1987), elaborou o conceito de PCK (Pedagogical Content Knowledge) que foi definido como a amálgama do conteúdo e da pedagogia, que ocorre unicamente com o professor no seu entendimento profissional. Em 2007, Zembylas adicionou o conceito de “Emotional ecology”, que se define como o conhecimento do professor como uma forma de conhecimento ecológico. Ecológico porque se trata de um sistema no qual coexistem muitas fontes e muitas formas como o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico, o conhecimento curricular, o conhecimento dos aprendizes, o conhecimento emocional, os valores educacionais, os objetivos e assim por diante, tal que ficam mantidas sob relações simbióticas. O conhecimento emocional permite que o professor conecte o conteúdo, com os estudantes e com o desenvolvimento curricular, produzindo a amálgama do PCK. A construção coletiva de conhecimentos e consensos fazem parte dos objetivos desta proposta.

Enquanto Shulman enfatiza o papel da amálgama entre o conhecimento do conteúdo e da pedagogia, Zembylas adiciona o conceito de "Emotional ecology", que inclui não apenas o conhecimento emocional do professor, mas também outras formas de conhecimento ecológico que se mantêm em relação simbiótica. Ambos os autores argumentam que, para um ensino eficaz, os professores precisam ter um amplo conhecimento que transcenda o mero conhecimento do conteúdo, considerando também o conhecimento pedagógico, o conhecimento emocional e outras dimensões que influenciam o processo educativo.

Devido à pandemia, as atividades não foram executadas. No entanto, espera-se que, uma vez aplicada esta prática pedagógica, os alunos consigam:

1. Compreender as coordenadas geográficas e adquirir a capacidade de localizar os sítios arqueológicos no mapa-múndi;
2. Compreender as técnicas de datação dos sítios arqueológicos;
3. Associar as coordenadas geográficas com a datação dos sítios e avaliar seus significados;
4. Avaliar os dados, por conta própria, e tirar conclusões possíveis com base nas informações obtidas;

5. Concluir que, através da análise dos dados da datação dos sítios, os fósseis mais antigos estão na base do processo de evolução dos humanos, sendo eles os ancestrais dos humanos mais recentes;
6. Criar em conjunto, um sistema de colaboração mútua que os ajudem a solucionar problemas comuns, graças às atividades intra e intergrupos;
7. Compreender que as conclusões possíveis tiradas só farão sentido se estiverem refletindo a realidade dos fatos expostos pelas informações obtidas durante o processo de investigação, e que não há espaço para devaneios fora da realidade desses fatos;
8. Acompanhar as discussões em função da apresentação do assunto por múltiplas abordagens, como por investigação, atuação coletiva, atividade interpessoal, leitura de livros de apoio, vídeos etc., que possam atingir as diferentes tendências existentes naquele grupo de alunos, previstas pela teoria das inteligências múltiplas.

Em virtude destes aspectos aqui mencionados e discutidos, a formação continuada do professor se faz indispensável para que esteja atualizado e preparado para a formação integral de seus aprendizes. Portanto, tivemos o cuidado de preparar o material de forma ampla, onde o professor deverá se preparar de forma prévia para que possa ser elo de ligação em todas as lacunas que existem entre conhecimentos diversos.

Os resultados das avaliações do Manual e materiais aqui propostos serão apresentados em artigo futuro como forma de validar esta estratégia pedagógica sequenciada. É importante que as instituições de ensino estejam abertas a reformulação ou atualização de seus Projetos Políticos Pedagógicos para que este tipo de proposta se torne o meio principal de como as habilidades e competências previstas na BNCC serão trabalhadas. Ainda há um hiato entre esta base e a forma como os conteúdos são trabalhados, pois a especialização é o meio que se faz atuante.

Fica evidente a necessidade da valorização do trabalho do docente, para que o mesmo invista em sua formação continuada que é fundamental para que este tipo de mudança possa ocorrer em todo o cenário educacional. Assim como o tema escolhido para o trabalho, os paradigmas da educação passam por mudanças contínuas e a única forma de acompanhá-los, é estar em constante busca por conhecimentos e novas habilidades.

9. REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 da ANPEd. REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, v. 3, n. 6, p. 62-77, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2008v3n1p62/12137>> Acesso em: 06 jul 2019.

ADORNO, T. W. Educação e Emancipação. 3. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

AMARAL, R. F. A. Modelos didáticos na museologia e ensino de botânica na Universidade de Coimbra. 2011. 7 f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio Cultural) - Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/18601>> Acesso em: 14 abr 2023.

ARANHA, M. L. A. História da Educação e da Pedagogia: Geral e do Brasil. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

ARAÚJO JUNIOR, M. F. História ilustrada da arte: design gráfico como ferramenta de ensino. 2021. 80 f. Monografia (Graduação em Design) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/59054>> Acesso em: 15 abr 2022.

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza: dificuldades de professores de educação básica, da rede pública brasileira, para a implantação dessas práticas. Enseñanza de las ciencias, v. Extra, 2005. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp360intens.pdf> Acesso em: 09 dez 2019.

AUGUSTO, T. G.; CALDEIRA, A. M. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. Investigações em Ensino de Ciências, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Thais-Augusto/publication/26604826_DIFICULDADES_PARA_A_IMPLANTACAO_DE_PRATICAS_INTERDISCIPLINARES_EM_ESCOLAS_ESTADUAIS_APONTADAS_POR_PROFESSORES_DA_AREA_DE_Ciencias_DA_NATUREZA/links/0046353a034f3871d000000/DIFICULDADES-PARA-A-IMPLANTACAO-DE-PRATICAS-INTERDISCIPLINARES-EM-ESCOLAS-ESTADUAIS-APONTADAS-POR-PROFESSORES-DA-AREA-DE-CIENCIAS-DA-NATUREZA.pdf> Acesso em: 08 dez 2019.

AULER, D.; DELIZOICOV, D.. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, jul./dez. 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/?lang=pt>> Acesso em: 05 set 2019.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 623 p. Tradução de Eva Nick et al. da 2. ed. de Educational psychology: a cognitive view.

BAKHTIN, M. A estética da criação verbal. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BAUMAN, Z. Modernidade líquida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

BERNAYS, E. Propaganda. Tradução de Ivone Castilho Benedetti. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF: Senado Federal, 1996. Disponível em: < <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/572694>> Acesso em: 03 mai 2019.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidente da República, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2018.

BRENNAND, E. G. G.; VASCONCELOS, G. C. O conceito de potencial da inteligência de Howard Gardner para pensar dispositivos pedagógicos multimidiáticos. Ciências e Cognição, vol. 05, p. 19-35, 2005. Disponível em: < <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/526/296>> Acesso em: 19 nov 2021.

CAÑAL, P.; PORLÁN, A. R. Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea], 1987, vol. 5, n.º 2, pp. 89-96. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50955> . Acesso em: 29 jan 2019.

CARDOSO, L. A. A categoria trabalho no capitalismo contemporâneo. Tempo Social, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 265-295, 2011. DOI: 10.1590/S0103-20702011000200011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/12675> . Acesso em: 21 out 2021.

CARRIL, M. G. P et al. Considerações sobre Aprendizagem Significativa, a partir da visão de Freire e Ausubel: uma reflexão teórica. E-Mosaicos: Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp- UERJ), v. 6, n. 13, 2017. Disponível em: < <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/30818/22843>> Acesso em: 08 ago 2019.

CARVALHO, A. de F. N. Transdisciplinaridade na educação básica: rompendo barreiras da fragmentação do conhecimento. Revista Chão da Escola, n. 15(1), p. 56–63, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.55823/rce.v15i15.119>. Acesso em: 08 ago 2019.

CASTAGINI, A. S.; BALVEDI, F. Caderno Temático de Ilustração digital e animação. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretoria de Tecnologias Educacionais, 2010. 52 p. Disponível em: < http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/cadernos_tematicos/ilustracao_digital_animacao.pdf> Acesso em: 15 abr 2022.

CORDEIRO, K. M. A. O Impacto da Pandemia na Educação: A Utilização da Tecnologia como Ferramenta de Ensino. Repositório Faculdades IDAAM, 2020. Disponível em: < <http://dspace.sws.net.br/jspui/handle/prefix/1157>> Acesso em: 11 nov 2021.

CORREA, M. G. G., FERNANDES, R. R., & PAINI, L. D. Os avanços tecnológicos na educação: o uso das geotecnologias no ensino de geografia, os desafios e a realidade escolar. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 32(1), 91-96, 2010. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/3073/307325337011.pdf>> Acesso em: 14 abr 2023.

CRAWFORD, P.; DALTON, R. (2016) apud PENHAKI, J. R. Soft Skills na Indústria 4.0. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade, Curitiba, 2019, p. 93. Disponível em: < <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4275>> Acesso em: 20 nov 2021.

DA SILVA, F. G.; CARNEIRO, C. D. R. GEOTECNOLOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA: EXPERIÊNCIA COM O GOOGLE EARTH. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 13, n. 41, p. 329–342, 2012. DOI: 10.14393/RCG134116679. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16679> . Acesso em: 14 abr. 2022.

DEBORD, G. A sociedade do espetáculo. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1997.

DIOP, C. A., apud GAIA, R.S.P; SCORSOLINI-COMIN, F. A Afrocentricidade como perspectiva epistemológica no contexto brasileiro. *Revista África e Africanidades*. Ano XIII, n. 34, mai 2020. Disponível em:< <https://www.africaeaficanidades.com.br/documentos/0040052020.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2023.

DOMINGUES, A. T. A interiorização da EAD nas instituições públicas de educação no estado de Mato Grosso do Sul: avanços e perspectivas. *Horizontes - Revista de Educação*, [S. l.], v. 7, n. 14, p. 91–106, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/view/10855> . Acesso em: 15 nov. 2021.

EVANGELISTA, A. M.; MORAES, M. V. A. R.; SILVA, C. V. R. Os usos e aplicações do Google Earth como recurso didático no ensino de Geografia. *Revista PerCursos*, Florianópolis, v. 18, n.38, p.152-166, set/dez 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5965/1984724618382017152>> Acesso em: 14 abr 2022.

FERREIRA, B. W. A teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner. p In: RIEZ, B. E.; RODRIGUES, E. W. *Psicologia e Educação: Fundamentos e Reflexões*. Porto Alegre: EDIPUCS, 2004, p. 89-104.

FONSECA, D. M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Revista Educação e Pesquisa*, n. 34-2. Ago 2008. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1517-97022008000200010>> Acesso em: 13 abr 2022.

FRAGOSO, T. O. Modernidade líquida e liberdade consumidora: o pensamento crítico de Zygmunt Bauman. Revista Perspectivas Sociais, Pelotas, ano 1, n. 1, p. 109-124, mar. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/percsoc/article/view/2344/2197>> Acesso em: 05 set 2020.

FREIRE, P. Educação como prática da Liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967, p.108.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido, 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FÜHR, M. T. A. As tecnologias digitais e a formação de professores para a Educação 4.0. In: Congresso Internacional de Educação Superior à Distância, Brasília. Anais eletrônicos. Brasília: Universidade Aberta do Brasil, 2018. p. 461-470. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/47017>> Acesso em: 20 nov 2021.

GARDNER, H. (1983). Frames of mind: The theory of multiple intelligences. Basic Books.

GARDNER, H. Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 1994.

GERHARD, A. C.; FILHO, J. B. da R. A Fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de Ensino Médio. Investigações em Ensino de Ciências – v. 17(1), p. 125-145, 2012. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/210/144>> Acesso em: 07 ago 2019.

GIORDAN, M; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre Sequências Didáticas: tendências no Ensino de Ciências. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Campinas, SP, 2011. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf> Acesso em: 17 dez 2019.

GIROUX, H. A. On critical pedagogy. Bloomsbury Publishing USA, 2011.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para validação de Sequências Didáticas. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2013. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impessos/plc0703_aula16_elementos_validacaoSD.pdf>

HUNG, J.-F.; KO, C. H. The effectiveness of creative inquiry model on experimental teaching. US-China Education Review B, 7(8), 353-365, 2017. Disponível em: <<http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5a27a6654df12.pdf>> Acesso em: 08 abr 2022.

KONDER, L. O que é dialética. 28 ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.

LAGUNA, Alzira Guiomar Jerez. A contribuição do livro paradidático na formação do aluno-leitor. Augusto Guzzo Revista Acadêmica, São Paulo, n. 2, p. 43-52, aug. 2012. Disponível em: < http://www.fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/view/81> Acesso em: 15 abr 2022.

LIBÂNEO, J. C. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. Educar, Curitiba, n. 17, p. 153-176. 2001. Editora da UFPR. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0104-4060.226>> Acesso em: 13 jul 2021.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, K. B. Psicologia da Aprendizagem. Universidade Federal do Mato Grosso/Rede e-Tec Brasil, Cuiabá: 2015, p. 69-75. Disponível em: < http://www.proedu.mg.br/bitstream/handle/123456789/1584/Psicologia_Aprendizagem_06_07_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 05 mai 2019.

MASUDA, Y. 1982 apud PENHAKI, J. R. Soft Skills na Indústria 4.0. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade, Curitiba, 2019, p. 26. Disponível em: < <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4275>> Acesso em: 20 nov 2021.

MICHAELLIS. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2023. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=mvK2> > Acesso em: 29 jul 2023.

MOMETTI, A. C. NOVOS TEMPOS EXIGEM NOVAS POSTURAS: O PAPEL DO PROFESSOR NA EDUCAÇÃO 4.0. Anais do CIET:EnPED:2020 - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância), São Carlos, ago. 2020. ISSN 2316-8722. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1789> . Acesso em: 20 nov. 2021.

MORAES, E.C. Reflexões acerca das Soft Skills e suas interfaces com a BNCC no contexto do Ensino Remoto. Research, Society and Development, v. 9, n.10, 2020. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9412/8400>> Acesso em: 20 nov 2021.

MOREIRA & MASINI 2006, p.30, citado por SOUSA et al. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. Revista Espacios, vol. 39, n. 23, p. 27, 2018. Disponível em: < [MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento, 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.](https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/18392327.html#:~:text=diferencia%C3%A7%C3%A3o%20progressiva%20%C3%A9%20o%20princ%C3%ADpio,diferenciadas%2C%20introduzindo%20detalhes%20espec%C3%ADficos%20necess%C3%A1rios.> https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/18392327.html#:~:text=diferencia%C3%A7%C3%A3o%20progressiva%20%C3%A9%20o%20princ%C3%ADpio,diferenciadas%2C%20introduzindo%20detalhes%20espec%C3%ADficos%20necess%C3%A1rios.> Acesso em: 15 abr 2022.</p></div><div data-bbox=)

MORIN, E. Da Necessidade de um Pensamento Complexo. In: MARTINS, F.; SILVA, J. Para Navegar no Século 21: Tecnologias do Imaginário e Cibercultura. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina/Edipucrs, 2003. p. 13-36.

MORIN, E. Os sete saberes necessários para a educação do futuro. 2 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MORIN, E. É preciso educar os educadores. Entrevista concedida a Fronteiras do Pensamento, jan. 2017.

MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MOTOKANI, M. Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências: Belo Horizonte, 2015. n. 17, p. 115-138. 10.1590/1983-2117201517s07.

NEVES, W. A. et al. Assim Caminhou a Humanidade. 1 ed. São Paulo: Palas Athena, 2015.

OLIVEIRA, K. K. S & SOUZA, R. A. C. Habilitadores da transformação digital em direção à Educação 4.0. RENOTE: Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/106012>. Acesso em: 11 nov 2020.

OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. Scientia Studia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 97-116, mar. 2008. Disponível em: < <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/106012/57855> > Acesso em: 05 set 2020.

OPAS, 2021. O que é a COVID-19? Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: < <https://www.paho.org/pt/covid19#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20COVID,na%20Rep%C3%ABlica%20Popular%20da%20China.>> Acesso em: 13 abr 2023.

OXFAM BRASIL. A "sobrevivência" do mais rico: porque é preciso tributar os super-ricos agora para combater as desigualdades. Disponível em: < <https://materiais.oxfam.org.br/a-sobrevivencia-do-mais-rico-davos-2023> > Acesso em: 29 mar 2023.

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D.M.; PRADO, L.R. História da Biogeografia: do Gênesis à primeira metade do século XIX. 1ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2013. p. 414-416.

POMBO, O. (2006). Interdisciplinaridade e integração dos saberes. Liinc Em Revista, 1(1), 2006. Disponível em: < <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3082> > Acesso em: 08 dez 2019.

PORLÁN, R. A. Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores. 1989 (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla, 1989. Disponível em: < <https://idus.us.es/handle/11441/85207> > Acesso em: 11 jan 2022.

RIBEIRO, J. P. M. et al. Portifólio Digital como Ferramenta para Análise de Competências Desenvolvidas em um Clube de Ciências. Anais do CIET:EnPED:2020 - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância), São Carlos, ago. 2020. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1204>. Acesso em: 15 abr. 2023.

RICHTER, D. A Linguagem Cartográfica no Ensino de Geografia. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 277–300, 2017. Disponível em: <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/511>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ROBERTS, Alice. *Evolution: The Human Story*. London: DK, 2011.

SÁ, P. F. Ensinando matemática através da redescoberta. *Revista Traços*, 1999, v. 2, n. 3. Disponível em: <http://revistas.unama.br/index.php/revistatracos/article/view/822>. Acesso em: 08 de dez 2019.

SANTOS JUNIOR, J. B.; MARCONDES, M. E. R. Identificando os modelos didáticos de um grupo de professores de química. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 12, n. 3, p. 103, set. 2010. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120308>> Acesso em: 14 abr 2023.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt>> Acesso em: 05 nov 2020.

SHULMAN, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>> Acesso em: 17 set 2022.

VILELA, R. A. T. et al. A Teoria Crítica da Educação de Theodor Adorno e sua apropriação para análise das questões atuais sobre currículo e práticas escolares. *Relatório Final de Pesquisa*. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Programa de Pós-graduação em Educação, p. 47, 2006. Disponível em: < http://www1.pucminas.br/imagedb/mestrado_doutorado/publicacoes/PUA_ARQ_ARQUI20120828100151.pdf> Acesso em: 12 fev 2022.

ZEMBYLAS, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(3), 355-367. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/223669204_Emotional_ecology_The_intersection_of_emotional_knowledge_and_pedagogical_content_knowledge_in_teaching> Acesso em: 17 set 2022.

A 1 - MANUAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

EU HUMANO

**REDESCOBRINDO NOSSA ORIGEM ATRAVÉS
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

MANUAL DO PROFESSOR



**DAIANA ARAGÃO
HATISABURO MASUDA**

APRESENTAÇÃO

Caro Professor,

Este material tem o objetivo de fornecer uma alternativa para quem deseja aperfeiçoar sua estratégia de aula e avaliação, contendo uma sequência didática baseada em ideias construtivistas, mas que podem ser aplicadas em escolas com ensino tradicional.

Forneceremos todas as informações de materiais utilizados, além de suporte em vídeo para quem desejar fazer seus próprios fósseis. Os vídeos apresentarão os materiais e ferramentas necessárias para as modelagens.

Apesar da sequência didática ser voltada para o Ensino de Evolução Humana, o tema pode ser substituído por qualquer outro que possa ser "investigado" e redescoberto pelos seus alunos.

Este projeto pode substituir suas avaliações no bimestre, ou até mesmo em uma avaliação qualitativa ao decorrer de todo ano letivo. O ideal é que se faça de forma multidisciplinar com planejamento de curso integrado, gerando grande ganho para todas as partes envolvidas. Você também poderá propor a inclusão deste trabalho no Projeto Político Pedagógico. Imagine seus alunos como pesquisadores, realizando todas as etapas que envolvem uma descoberta científica. Isso é possível!

Após a confecção do material e implementação, você poderá levá-lo para onde for, difundindo a ciência e contribuindo com o letramento científico de quem experimentá-lo.

SOBRE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As Sequências Didáticas (SD) são um conjunto de atividades organizadas que são direcionadas a resolver um problema central proposto pelo professor ou por um grupo de professores. A aprendizagem se encontra no processo e não em seu início, meio ou fim.

Alguns autores defendem a SD como um minicurso onde o próprio professor aprende em sua própria prática. Quando se assume que o professor faz parte do processo ensino-aprendizagem tanto quanto seus alunos, cria-se um ambiente de ensino com mais honestidade.

Diferente do plano de curso, onde o professor elenca os conteúdos e os aplica de forma linear, a SD pode ser considerada um Plano de Unidade Didática onde apresenta característica flexível, coerente e integrado, visando avaliar as habilidades e competências, favorecendo a especificidade de cada aluno.

A cada etapa cumprida, a SD deve ser avaliada e discutida para que se avalie o material e o aproveitamento com a turma. Algumas sugestões de avaliação de etapa estão no corpo desse manual do professor (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

A sequência didática (SD) aqui proposta gira em torno de uma atividade em que grupos de alunos “escavam”, com suas próprias mãos, sítios arqueológicos e “descobrem” fósseis humanos. Os sítios arqueológicos são blocos gesso e areia, contendo ossos humanos (confeccionados em escala proporcional ao tamanho do bloco), onde os alunos são convidados a “escavar” separando os ossos da massa utilizando ferramentas próprias fornecidas aos alunos. Cada grupo trabalha em sítios arqueológicos distintos (definidas por sorteio), onde os ossos humanos encontrados são catalogados, sua posição geográfica registrada e datada.

Todas as informações são disponibilizadas em um mapa-múndi presente em sala de aula onde TODOS OS ALUNOS têm acesso para analisá-lo. Espera-se que ao analisarem os dados, os alunos façam suas próprias propostas, conversem com os colegas de outros grupos também e cheguem a alguma conclusão, que em conjunto, possa explicar todos os dados disponibilizados. A função do professor nesta hora não é de dar respostas, mas sim o de estimular que os alunos tirem suas próprias conclusões. Os alunos deverão concluir que os ossos dos homínios associados aos sítios mais antigos surgiram antes dos demais e a distribuição geográfica dos sítios possam sugerir rotas de migrações desses nossos ancestrais.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA



SITUAÇÃO-PROBLEMA

Os conceitos sobre Evolução Humana são tratados em livros didáticos de forma simplificada e não contextualizada, apresentando apenas o resultado final de décadas de estudos realizados mundo afora por profissionais de diversas áreas como arqueólogos, antropólogos, paleontólogos, dentre outras áreas afins. Além disso, a constância de novas pistas do nosso passado distante não é retratada nos materiais que chegam aos estudantes, mantendo na sala de aula somente os assuntos mais basais.

O tema evolução humana, proposto como tema a ser investigado, foi proposto por sua importância. Afinal, nós humanos sempre nos perguntamos: “Quem somos nós?” A maioria de nós tem uma visão distorcida do processo de evolução humana. Por exemplo, muitos de nós acha que descendemos diretamente dos macacos em uma escala linear, o que é uma enorme distorção.

Este assunto será aqui debatido para tentar colocar esta discussão em um outro contexto, o da evolução das espécies proposto por Darwin, que não suporta esta visão de uma evolução linear, mas sim, o de uma evolução que mostra a existência de ancestrais comuns, onde diferentes espécies, incluindo as espécies humanas, tiveram suas origens, mas que se diversificaram ao longo dos anos subsequentes e evoluíram para dar origem a novas espécies. E essa busca se fará na história de nossos ancestrais. O que aconteceu às outras espécies humanas?

MATERIAL

CAIXAS COM BLOCOS DE ESCAVAÇÃO

As caixas que serão entregues de acordo com o sorteio das coordenadas conterão um bloco a ser escavado com ferramentas próprias como espátulas, pequenos martelos de madeira, pincéis para limpeza e palitos. Os blocos são feitos de 250g de gesso, 250g de areia lavada e peneirada e 175ml de água colocados em um molde de plástico de 15x10cm com tempo de secagem total de 48 horas em ambiente seco. As caixas escolhidas são de madeira MDF 20x20cm pintadas de diferentes cores para diferenciá-las.

FICHAS DE INFORMAÇÃO

Posteriormente à etapa de escavação e descoberta da localização, os estudantes receberão fichas contendo algumas pistas da espécie encontrada como o gênero e datação geológica.

A partir daí deverão continuar a pesquisa sobre a espécie baseado nas informações encontradas. Essa busca poderá ser feita através de pesquisa na internet, entrevista com professores da instituição ou fora dela, ou de qualquer outra forma que os estudantes escolham como meio confiável de informação. Entretanto todos os dados deverão ser checados após redescobertas.

MODELO DIDÁTICO

O modelo didático dos fósseis é o ponto principal da atividade, pois será o objeto de pesquisa e estudo em todas as etapas. Os modelos são feitos manualmente em massa de porcelana fria ou Polymer clay. As peças são correspondentes aos fósseis encontrados pelas equipes de escavação.

Os modelos representarão as seguintes espécies: *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, *Homo habilis*, *Homo georgicus*, *Homo ergaster*, *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens*. Buscou-se modelar cada uma das peças de acordo com o livro base respeitando as habilidades manuais de um não especialista em paleoarte. Os modelos prontos são inseridos no bloco de escavação durante o processo de secagem em molde.

MAPA-MÚNDI

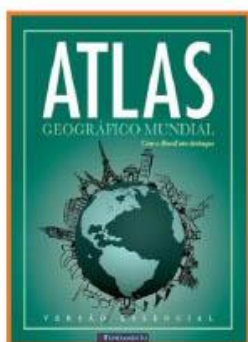
Dentre os materiais utilizados, escolhemos um Mapa-Múndi de 1,70x0,85m em adesivo laminado fixado em um banner dobrável para melhor mobilidade, pois este pode ser facilmente enrolado e transportado. Este mapa ficará fixado na parede em local comum a todos os grupos. Seu uso será coletivo e simultâneo a todas as etapas. A laminação na superfície do mapa facilita a colagem e a retirada dos adesivos que serão utilizados na etapa de marcação dos sítios e rotas de migração.

DIÁRIOS DE CAMPO

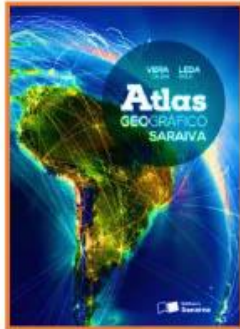
Os diários devem ser utilizados de forma individual, onde os estudantes anotarão todas as suas observações de forma livre e pessoal. Espera-se que esses diários sejam utilizados na formulação de hipóteses e perguntas que posteriormente deverão ser utilizadas na conclusão da atividade durante a apresentação do projeto ao público. As informações anotadas deverão ser precisas e retratadas de forma clara com os dados adquiridos ao longo das etapas.

ATLAS GEOGRÁFICO

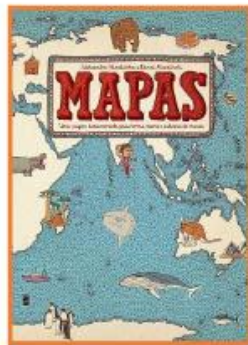
Devem ser disponibilizados alguns exemplares de Atlas Geográficos de diferentes editoras para que os estudantes possam escolher o de sua preferência. Não há uma obrigatoriedade na utilização dos materiais selecionados, estas são somente algumas sugestões, podendo ser escolhidos outros atlas, entretanto buscamos a boa qualidade do material para serem oferecidos como apoio.



Versão brasileira dos autores Antônio José Teixeira Guerra, Heinrich Hasenack e Adalberto Scortegagna, da editora Fundamentos. Este atlas apresenta uma abordagem inicial sobre conceitos geográficos, explicação sobre os diferentes tipos de mapas e ilustrações de problemas ambientais causados pelas mudanças climáticas. Em seu conteúdo principal, que são os mapas, apresenta imagens reais dos locais para elucidação das paisagens e imagens de satélites demonstrando uma visão real nos continentes e seus relevos. Por fim apresenta um índice de algumas localidades com sua coordenada em latitude e longitude com instruções de leitura dessas informações.



Das autoras Vera Lúcia de Moraes Caldini e Leda Ísola em sua 4ª edição pela editora Saraiva. Este atlas se inicia com conteúdos relacionados à astronomia, idade da Terra, evolução e geologia. Apresenta uma breve história da cartografia e a evolução dos mapas seguido de uma explicação de termos e leitura cartográfica. Em seu conteúdo principal, esse exemplar apresenta menor quantidade de textos e maior detalhamento dos mapas, com muitas informações socioeconômicas por legendas. Por fim apresenta diversas tabelas com informações gerais comparativas do mundo inteiro sobre diversos temas.



Uma viagem deslumbrante pelas terras, mares e culturas do mundo na versão brasileira pelos autores Aleksandra Mizielska e Daniel Mizielski da editora WMF Martins Fontes. Este fascinante livro de mapas possui um alto apelo visual, onde seus mapas são todos ilustrados de forma animada com desenhos das principais características de cada país apresentado. Possui muitos desenhos, linguagem curta e simplificada. Sua principal característica é a riqueza de detalhes representada por desenhos em um belo infográfico.

FERRAMENTAS GOOGLE

Como recurso tecnológico, indicamos algumas ferramentas Google para pesquisa de coordenadas geográficas no e **Google Earth**. As ferramentas podem ser utilizadas através de smartphones, computadores e tablets com rede de internet disponibilizada pela instituição de ensino. Além da localização, os estudantes também poderão utilizar a busca para pesquisar resultados referentes às dúvidas que forem surgindo, porém nesta etapa o professor deve ser responsável por questioná-lo sobre fontes confiáveis e apresentá-los a revistas de difusão científica com linguagem adequada para o patamar de conhecimento equivalente a turma.

As ferramentas tecnológicas utilizadas também buscarão dar significado real a sua utilidade, como fonte de pesquisa em um amplo contexto, onde localizarão as coordenadas geográficas com o objetivo de tomarem conhecimento do sítio arqueológico onde supostamente estarão escavando, além disso poderão buscar imagens dos arredores para maior envolvimento da imaginação.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

As coordenadas de latitude e longitude devem ser apresentadas em pequenos rolinhos de papel, que serão sorteados de acordo com o número da caixa correspondente, retratando uma pista a ser seguida. Cada número corresponderá a uma caixa a ser escavada.

Após o sorteio das coordenadas, os estudantes iniciarão a escavação e a busca do local pelos atlas disponíveis e pelo Google Maps ou Earth.



OBJETIVO GERAL ⁽¹⁾ E ESPECÍFICO ⁽²⁾

- (1) Contribuir para formação integral do indivíduo em sua melhor performance, desenvolvendo suas habilidades através das competências necessárias para a resolução da situação-problema.
- (2) Conhecer a jornada da espécie humana compreendendo o movimento geográfico pelo globo terrestre.



INÍCIO DAS ETAPAS

ETAPA 1

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Desenvolver a compreensão do Mapa-múndi;
- Conhecer as coordenadas geográficas dos locais de importantes sítios arqueológicos para a humanidade;
- Estimular o imaginário e trabalho em grupo;
- Conhecer o processo de escavação e manejo dos fósseis.



CONTEÚDOS

- Descoberta dos fósseis;
- Formação das rochas;
- Cartografia (coordenadas geográficas e mapas);
- Produção de texto descritivo.

DINÂMICA DA ATIVIDADE

Passo-a-passo:

- 1) Apresente o local e os materiais para ambientação dos participantes;
- 2) Forme grupos de 3 a 4 participantes;
- 3) Distribua as luvas, óculos de proteção e máscaras;
- 4) Sorteie os rolinhos de papel com as coordenadas do local imaginário do sítio arqueológico onde o grupo está;
- 5) Estimule que os grupos busquem as informações sobre as coordenadas geográficas utilizando os materiais disponíveis e o Google Maps;
- 6) Entregar as caixas e as ferramentas, de acordo com o rolinho de papel sorteado, para que iniciem a escavação;
- 7) Peça para que numerem os crânios com o número da respectiva caixa;
- 8) O objeto escavado deverá ser posto em um saquinho com lacre ou pote de amostra com as devidas identificações: nome dos integrantes da equipe, data da escavação, local do sítio arqueológico e solicitação da datação e identificação do material.*
- 9) Uma amostra do substrato deverá ser introduzida com a mesma identificação do pote/saquinho que contém o fóssil;
- 10) Recolha os potes/saquinhos e envie para a uma análise laboratorial fictícia (guarde-os nas caixas após a saída dos participantes);
- 11) Peça para os participantes relatarem em seus diários de campo toda a experiência e informações obtidas.

* O (a) professor (a) de Física participará ajudando os alunos a compreenderem o processo de datação. O (a) professor (a) de Geografia ajudará os alunos a compreenderem a lógica da estratificação geológica, seus significados e escala geológica.

MATERIAL

- Ferramentas de escavação (pincel, espátula e martelinho);
- Modelo Didático (caixa com bloco de escavação);
- Garrafinhas com as coordenadas;
- Luvas;
- Óculos de proteção individual;
- Máscaras;
- Saquinhos de 15x20 com lacre ou potes de amostras;
- Etiquetas;
- Canetas esferográficas;
- Canetas permanentes;
- Lápis;
- Papel;
- Diário de campo;
- Mapa-múndi;
- Atlas Geográfico;
- Internet;
- Google Maps;
- Celular, tablet ou computador.

AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROFESSOR
Etapa: 1
Identificação do grupo:
a) Interesse dos alunos pela atividade
Os alunos se mantiveram focados na atividade até a finalização? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, em quanto tempo perderam o interesse? Em que parte da atividade estavam? _____ _____
Os alunos interagiram entre si sobre a atividade? () SIM () NÃO
Os alunos registraram suas redescobertas em seus diários de campo como solicitados? () SIM () NÃO
Os alunos cumpriram todos os processos da etapa? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, até onde chegaram? _____ _____
Surgiram dúvidas durante os processos? () SIM () NÃO

Se SIM, sobre o que foram as dúvidas?

b) Eficácia do material

Os materiais disponíveis foram suficientes para toda a etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que faltou?

Todos os materiais resistiram aos processos da etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, qual o problema surgiu?

Os participantes utilizaram todo o material disponível?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que não foi utilizado?

Os participantes conseguiram se localizar através das coordenadas geográficas?

() SIM () NÃO

Respondendo SIM ou NÃO, que método utilizaram?



Ao aplicar o método das SD é necessário que se tenha em mente a importância das avaliações em cada etapa. Cada turma poderá apresentar uma demanda diferente da outra em relação aos materiais necessários para a efetividade dos processos. Em caso da falta de algum material, você poderá substituir por outro que possibilite a continuidade da atividade. A Etapa 1 poderá ser aplicada de duas formas:



Uma dica de organização do planejamento é a criação de uma disciplina chamada Projetos Integrados, com a participação de professores de todas as áreas de conhecimento. Essa disciplina pode ser vista como uma Avaliação Bimestral, ou como uma Avaliação Anual onde será cumprida em paralelo às aulas, porém com encontros específicos de uma semana por mês para o

cumprimento de cada passo e discussão de resultados. O mais importante é que não se siga para o passo seguinte sem terminar o anterior.

Uma particularidade deste trabalho são os materiais necessários para seu cumprimento. Após a primeira montagem das peças, o professor, ou instituição, poderá guardar para o ano seguinte, deixando toda a estrutura montada, valorizando o ambiente de aprendizagem como uma área de conhecimento coletivo disponível para acesso de outras atividades.

**SUGESTÃO DE
MATERIAL DE APOIO
PARA PESQUISA E
CONHECIMENTO**

Artigo: O uso do Google Earth como ferramenta no ensino básico de geografia

Autores: Luciana Junqueira Martins, Vinícius da Silva Seabra e Vânia Salomon Guaycuru de Carvalho

Disponível em:

<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.11/doc/p0251.pdf>

Artigo: Paleontologia no Ensino Básico das Escolas da Rede Estadual do Rio de Janeiro: uma Avaliação Crítica

Autores: Sarah Golçalves Duarte, Mitsuru Arai, Nádia Zélia Gomes Passos e Maria Dolores Wanderley.

Disponível em:

<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/7005>

ETAPA 2

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Estimular os alunos a sugerirem hipóteses sobre o material encontrado;
- Associar os materiais enviados para análise com as informações recebidas;
- Registrar e interpretar informações observadas;
- Estimular a discussão entre os grupos para compartilhamento das informações;
- Identificar as diferentes espécies de hominídeos e compará-los.



CONTEÚDOS

- Evolução humana e biológica;
- Conceito de espécie;
- Taxonomia;
- Escala de tempo geológico;
- Datação de fósseis;
- Produção de texto descritivo.

DINÂMICA DA ATIVIDADE

Passo-a-passo:

- 1) Com os diários de campo em mãos, comentar brevemente sobre as hipóteses que surgiram na etapa anterior;
- 2) Entregar as fichas informativas contendo a datação do substrato, outras localizações e o gênero da espécie identificada;
- 3) Devolver os crânios para os respectivos grupos para que comparem as diferenças anatômicas;
- 4) Pedir para que iniciem uma pesquisa para a investigação das espécies com todo o material disponível, inclusive as pistas da ficha informativa;
- 5) Os grupos devem enviar seus resultados, juntamente com o crânio.

Obs. 1: Guardar os modelos escavados nas caixas após a saída dos participantes, tendo o cuidado para não confundir as caixas correspondentes;

Obs. 2: Se certifique que o Diário de Campo está sendo preenchido em detalhes por todos. Se necessário, oriente nas primeiras anotações. Deixe claro que todas as observações e perguntas são importantes, pois essas informações irão compor o resultado final da pesquisa.

MATERIAL

- Canetas esferográficas;
- Lápis;
- Papéis;
- Diários de campo;
- Fichas informativas;
- Modelo Didático (apenas o crânio);
- Livros de apoio;
- Internet;
- Celular, tablete ou computador.

AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROFESSOR
Etapa: 2
Identificação do grupo:
a) Interesse dos alunos pela atividade
Os alunos se mantiveram focados na atividade até a finalização? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, em quanto tempo perderam o interesse? Em que parte da atividade estavam? _____ _____ _____
Os alunos interagiram entre si sobre a atividade? () SIM () NÃO
Os alunos registraram suas redescobertas em seus diários de campo como solicitados? () SIM () NÃO
Os alunos cumpriram todos os processos da etapa? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, até onde chegaram? _____ _____ _____
Surgiram dúvidas durante os processos? () SIM () NÃO

Se SIM, sobre o que foram as dúvidas?

b) Eficácia do material

Os materiais disponíveis foram suficientes para toda a etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que faltou?

Todos os materiais resistiram aos processos da etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, qual o problema surgiu?

Os participantes utilizaram todo o material disponível?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que não foi utilizado?

Os participantes utilizaram as fichas como pista principal?

() SIM () NÃO

Se NÃO, que outras pistas utilizaram?



Durante as avaliações das Etapas da SD, caso seja necessário, reelabore seu planejamento. O importante é identificar se a linguagem, os materiais e a proposta estão alcançando seu objetivo de estimular o trabalho em grupo, discussão sobre o tema e busca por informações. A priori o professor poderá sentir-se estranho à dinâmica da aplicação, porém é importante que se tenha em mente o papel do professor facilitador na aprendizagem.

Toda a parte de simulação será o fechamento da etapa para que assim se siga para a outra. Neste momento deve-se guardar o material e preparar o que vem a seguir. Os diários de campo são de grande importância para o fechamento do projeto, pois nele constarão todas as informações colhidas pelos alunos, onde basearão seus novos conhecimentos construídos, então não deixe de estimulá-los a anotar suas observações e dados pesquisados.

O diário de campo é fonte primária de informação e, portanto, todas as informações ali contidas terão de estar precisas e os detalhes podem se tornar informações cruciais para a compreensão do todo. Informações não anotadas ou mal anotadas poderão os levar a falsas conclusões.

É importante que os professores das disciplinas específicas orientem os alunos, por exemplo, o professor de Física ajudará no

entendimento de como a datação por radiação é realizada, o professor de Biologia ajudará a entender o que é o DNA mitocondrial, o professor de Geografia ajudará a compreender os desafios das rotas de migração, etc.

**SUGESTÃO DE
MATERIAL DE APOIO
PARA PESQUISA E
CONHECIMENTO**

Artigo: E no principio... era macaco!
Autor: Walter A. Neves.
Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142006000300023>

Vídeo: (Canal da USP) Datação de artefatos e fósseis - Série Evolução Humana - Ep. 5.
Plataforma Youtube;
Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=Ja19tWMAAw>

ETAPA 3

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Reconhecer a evolução humana em um modelo de árvore e não de forma linear;
- Reconhecer a coexistência de espécies humanas extintas;
- Compreender a migração como fator primordial para a expansão da espécie humana e sua origem na África;
- Reconhecer as possíveis rotas de migração e as fronteiras existentes;
- Registrar e interpretar informações observadas;
- Discutir os resultados alcançados para a criação de uma exposição.



CONTEÚDOS

- Espaço geográfico;
- Evolução humana;
- Dispersão geográfica;
- Fronteiras geográficas;
- Formação de diferentes povos;
- Produção de texto descritivo.

DINÂMICA DA ATIVIDADE

Passo-a-passo:

- 1) Entregar aos alunos o resultado da investigação (adesivos com identificação da caixa) e os crânios para comparação;
- 2) Pedir para que os grupos colemb os adesivos no mapa de acordo com o local de origem da escavação;
- 3) Conferir se os adesivos foram colados corretamente;
- 4) Reunir os grupos com seus respectivos exemplares de crânios e fazer uma montagem de uma árvore filogenética com as datações em uma linha do tempo (o material poderá ser montado em isopor ou placa de madeira com os modelos fixados e escritas em caneta permanente);
- 5) Iniciar um debate sobre a análise do material utilizado na aula que dê enfoque nas dispersões de cada espécie e os lugares de origem de acordo com as datações;
- 6) Estimule a análise do relevo e as possíveis dificuldades que houveram para a dispersão e o que poderia ter levado as espécies a explorar outros lugares;
- 7) Pedir que os grupos escrevam em seus Diários de Campo suas conclusões individuais baseadas nos debates e redescobertas conquistadas;
- 8) Pedir que organizem uma conclusão sobre todas as etapas e comecem a se preparar para uma exposição que será discutida na próxima aula.

MATERIAL

- Mapa-Múndi;
- Adesivos personalizados (cores e/ou números);
- Canetas;
- Lápis;
- Papel;
- Diários de campo;
- Modelos didáticos (crânios);
- Internet;
- Livros de apoio;
- Isopor ou placa de madeira;
- Caneta permanente;
- Cola branca;
- Celular, tablet ou computador.

AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROFESSOR
Etapa: 3
Identificação do grupo:
a) Interesse dos alunos pela atividade
Os alunos se mantiveram focados na atividade até a finalização? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, em quanto tempo perderam o interesse? Em que parte da atividade estavam? _____ _____ _____
Os alunos interagiram entre si sobre a atividade? () SIM () NÃO
Os alunos registraram suas redescobertas em seus diários de campo como solicitado? () SIM () NÃO
Os alunos cumpriram todos os processos da etapa? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, até onde chegaram? _____ _____

Surgiram dúvidas durante os processos?

() SIM () NÃO

Se SIM, sobre o que foram as dúvidas?

b) Eficácia do material

Os materiais disponíveis foram suficientes para toda a etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que faltou?

Todos os materiais resistiram aos processos da etapa?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, qual o problema surgiu?

Os participantes utilizaram todo o material disponível?

() SIM () NÃO

Se a resposta for NÃO, o que não foi utilizado?

Os alunos conseguiram se localizar no Mapa-Múndi?

() SIM () NÃO



Nesta etapa é de suma importância que os alunos utilizem o material selecionado, seja ele impresso ou virtual. Estimule o uso dos mapas para que se compreenda sobre as fronteiras, países vizinhos, tipo de relevo e altitude. Uma dica é que se visualize o local com o Google Maps ou Google Earth em forma de satélite para que os alunos possam explorar o local e comparar a condição atual do local com a condição que se imagina há milhões de anos atrás.

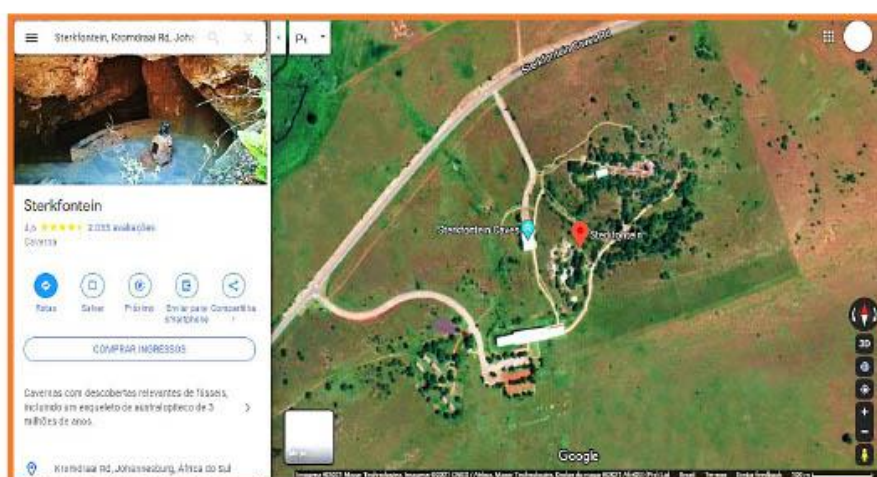


Figura 1 Imagens do Google Maps no modo satélite.

Os adesivos personalizados com a cor ou número da caixa devem ser colados pelos alunos com a supervisão do professor, caso perceba que seu aluno colou o adesivo no local errado, gere a dúvida e pesquise novamente as coordenadas geográficas.

O Mapa-Múndi deve ser utilizado a todo o momento durante as discussões com os alunos, pois ao ser finalizado com os adesivos, as possíveis rotas migratórias deverão ser indicadas e analisadas por todo o grupo.

Após a finalização da distribuição das espécies e marcação das possíveis rotas de migração, apresente a ideia de uma exposição para a difusão do conhecimento adquirido que poderá ser durante uma feira de ciências, ou um evento específico para a apresentação dos projetos à toda comunidade escolar.

Oriente aos alunos para que se dividam em competências e que utilizem todas as informações contidas em seus diários de campo.

Na montagem da árvore filogenética com os modelos de crânios, peça aos alunos que coloquem o nome da espécie, local encontrado e idade aproximada de existência.

**SUGESTÃO DE
MATERIAL DE APOIO
PARA PESQUISA E
CONHECIMENTO**

Artigo: A Cartografia no Ensino: Os desafios do Mapa da Globalização.
Autora: Fernanda Padovesi Fonseca
Disponível em:
<https://doi.org/10.11606/rdg.v0i0.545>

Vídeo: (Canal Instituto Claro) Pensadores na Educação: Morin, pensamento complexo e transdisciplinaridade. Plataforma Youtube.

Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=WXm029AiSqU>

ATENÇÃO

Antes de iniciar a próxima etapa, transmita aos participantes o vídeo: **"Uma História do Planeta: tudo muda o tempo todo"**, disponível no Canal do Youtube do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências, do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo De Meis, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Disponível em: <https://www.youtube.com/@MPEGED/featured>

Este vídeo se trata de uma complementação às etapas percorridas anteriormente.

ETAPA 4

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Mediar a criação de uma exposição da pesquisa com a apresentação dos materiais e resultados alcançados pelos participantes;
- Auxiliar na elaboração de um roteiro de apresentação;
- Estimular o desenvolvimento da criatividade;
- Explorar da aprendizagem adquirida ao longo das redescobertas.



CONTEÚDOS

- Desenvolvimento de projeto;
- Interpretação textual;
- Compreensão textual;
- Elaboração de texto descritivo;
- Produção de material roteiro;
- Produção de apresentação com uso de ferramentas tecnológicas.

DINÂMICA DA ATIVIDADE

Passo-a-passo:

- 1) Apresentar um vídeo de difusão sobre o tema científico abordado como forma de resumo de todo processo vivido pelos alunos*;
- 2) Reunir os grupos para um debate sobre os resultados alcançados por cada redescoberta e sobre os problemas que surgiram durante todo o processo;
- 3) Propor uma exposição criada e organizada pelos alunos participantes com os seguintes pontos de exploração principal: os hominídeos e evolução humana, modificações geológicas, rotas de migração, análises geológicas (datação), tempo geológico;
- 4) Mediar o planejamento de uma exposição para recepcionar outras turmas e professores da escola;
- 5) Definir com os participantes a forma de apresentação dos materiais e conteúdo para o público.

* Propomos o vídeo "Uma história do Planeta", produto do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Produtor: Jefferson Yuri Lopes Gomes.

MATERIAL

- Diários de campo;
- Internet;
- Celular, tablet ou computador;
- Caneta;
- Lápis;
- Papel.

AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROFESSOR
Etapa: 4
Identificação do grupo:
Os grupos interagiram entre si? () SIM () NÃO
O tempo de aula foi o suficiente para o desenvolvimento da etapa? () SIM () NÃO
Os alunos consultaram seus diários de campo para organização de suas ideias? () SIM () NÃO
Os objetivos foram concluídos pelos participantes? () SIM () NÃO
O planejamento criado pelos participantes atenderá à realização da exposição? () SIM () NÃO
Houve muita interferência do professor nessa etapa? () SIM () NÃO
Os participantes utilizaram todo o material disponível na prática para a montagem? () SIM () NÃO



Interfira cada vez menos nas decisões tomadas pelo grupo, apenas se certifique que os temas norteadores do projeto aparecerão no planejamento.

Auxilie na divisão das competências, todos os alunos devem participar, porém cada um em sua área de escolha para trabalho. Os trabalhos poderão ser divididos de acordo com a sugestão abaixo:



Após a definição das atribuições, todos devem por mãos à obra e iniciar o processo de criação da exposição. Você deverá definir prazos para a entrega dos trabalhos.

ETAPA 5

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Apresentar a exposição organizada pelos alunos participantes aos membros da comunidade escolar com os avanços e redescobertas realizadas durante as etapas como forma de divulgação científica e exploração da aprendizagem construída por cada participante;
- Estimular o protagonismo de cada participante, dentro de suas próprias habilidades e competências específicas;
- Estimular a capacidade de desenvolver explicações sobre a aprendizagem construída com embasamento científico pelas evidências coletadas.



DINÂMICA DA ATIVIDADE

Passo-a-passo:

- 1) Acompanhar os alunos participantes a seus locais de apresentação;
- 2) Receber o público e direcioná-los ao caderno de assinaturas para registro;
- 3) Assistir os alunos nas necessidades que forem surgindo durante o evento;
- 4) Registre o evento e o anexe ao Projeto Político Pedagógico da escola.

MATERIAL

- Todo material confeccionado durante as etapas anteriores;
- Internet;
- Computador;
- Projetor de imagem;
- Caneta;
- Caderno de assinatura;
- Câmera fotográfica e de vídeo.

AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROFESSOR
Etapa: 5
Identificação do grupo:
A exposição foi concluída? () SIM () NÃO
A exposição abrange todas as etapas da pesquisa? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, qual foi excluída? _____ _____
Os alunos apresentaram domínio do assunto de forma geral? () SIM () NÃO
O público interagiu com a exposição? () SIM () NÃO
Os participantes utilizaram todo o material disponível para a montagem? () SIM () NÃO
Se a resposta for NÃO, qual material foi excluído? _____ _____



Nessa etapa final é importante que você registre todo o evento e atuação dos participantes em forma de portfólio, porém é importante que a criação seja de forma livre, onde cada um tenha a autonomia de escolha de como pretende divulgar seus resultados.

As avaliações feitas ao longo das etapas devem ser consultadas, não só para a reelaboração dos procedimentos, mas também para avaliar a participação e interesse dos alunos.

Sugestão de término: Peça aos participantes que produzam produtos para serem compilados como o final de um projeto de pesquisa em um portfólio. Os participantes poderão escolher fazer esculturas, pinturas, vídeos, apresentações ou até mesmo confeccionar um livro com suas anotações de forma organizada. Esta ideia deve ser feita, preferencialmente, em conjunto com professores de diferentes disciplinas como, por exemplo, artes, produção textual, informática, etc.

Todo esse processo poderá gerar a nota, ou conceito do bimestre, ou ano letivo. Desta forma, o estudante terá a possibilidade de ser avaliado no seu cotidiano, tendo sido observado o desempenho de suas habilidades e competências específicas, fugindo da padronização e sendo respeitado como indivíduo único.

CONFECÇÃO DO MATERIAL

FÓSSEIS PROPOSTOS

Os fósseis propostos foram colocados em caixas numeradas para organização da atividade. O professor poderá escolher outras espécies humanas para serem investigadas, pois as novidades sobre o tema são periodicamente atualizadas. **Vale ressaltar que a localização dos fósseis são coordenadas aproximadas dos sítios arqueológicos e não o local exato.**

O modelo didático poderá ser confeccionado pelo professor, ou adquirido pela instituição sob encomenda a um profissional artesão ou escultor. Outra alternativa é solicitar os modelos pelo contato que estará disponível nos Créditos deste Manual.

É importante que os modelos sejam todos limpos e guardados para que sejam usados nos próximos anos letivos, sendo possível servirem de moldes para fabricação em larga escala.



Australopithecus afarensis

Encontrado em: Laetoli, Tanzania; White Sands, Hadar, Maka, Belohdelie and Fejej, Etiópia; Allia Bay and Oeste da Turkana, Kenya.

Coordenadas:

Local 1: Triângulo de Afar.

zona 1 - 12° 31' 08.0"N 41° 47' 31.3" E

zona 2 - 13° 27' 29.1"N 40° 33' 34.7" E

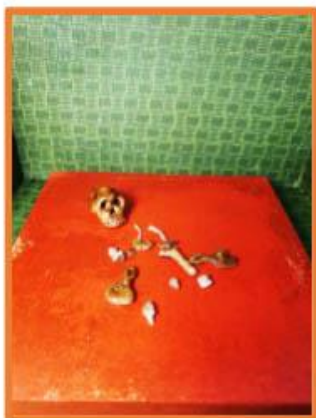
zona 3 - 9° 58' 24.6"N 40° 28' 13.5" E

zona 4 - 12° 27' 00.0"N 40° 17' 33.4" E

Local 2: 3° 46' 45.8"N 35° 58' 17.7"E

Outras informações:

Datado em 3.7 - 3 milhões de anos, foi encontrado em meio a camadas de cinzas vulcânicas. A equipe responsável pelo achado era liderada pelo antropólogo americano Donald Johanson em 1973. Durante as escavações foi achado o fóssil mais famoso até os dias de hoje, datado com 3.2 milhões de anos, recebeu o nome de "Lucy", em homenagem a música da banda britânica Beatles, Lucy in the Sky with Dimonds.



Australopithecus africanus

Encontrado em: Cavernas de Limestone em Sterkfontein, Makapansgat, Taung e Gladysvale, no Sul da África.

Coordenadas:

Local 1: 26° 00' 59.6"S 27° 43' 57.5"E

Local 2: 27° 32' 50.1"S 24° 45' 53.7"E

Local 3: 25° 53' 55.4"S 27° 45' 60.0"E

Outras informações:

Datado em 3.3 - 2.1 milhões de anos, foi analisado e identificado pelo professor de anatomia, australiano, Raymond Arthur Dart, na Universidade Witswatersrand, em Joanesburgo, África do Sul. Lhe foi entregue uma caixa contendo fósseis e rochas que foram identificadas como uma raça extinta intermediária entre antropoides e homens. Foi identificado por ele um esqueleto completo e intacto de uma criança, da espécie *A. africanus*, nomeada por ele de "Criança de Taung", por conta do seu local de origem.



Homo habilis

Encontrado em: Olduvai Gorge, Tanzania; Koobi Fora, Quênia; Omo e Hadar, Etiópia; Sterkfontein, África do Sul.

Coordenadas:

Local 1: 2° 59' 21.2''S 35° 21' 14.1''E

Local 2: 3° 56' 54.7''N 36° 11' 11.1''E

Local 3: 5° 23' 44.4''N 36° 10' 42.4''E

Local 4: 26° 00' 59.7''S 27° 44' 00.8''E

Outras informações:

Datado em 2.4 - 1.6 milhões de anos, foram encontrados muitos fragmentos de esqueleto (mandíbulas, pernas, braços e mãos), crânio e um osso do pé. Em 1961, o arqueólogo e paleoantropologista queniano-britânico Louis Leakey concluiu que os achados se tratavam de uma espécie capaz de fazer ferramentas de pedras. Em 1964, após outros achados, o paleoantropologista Phillip Tobias e o paleontologista John Napier descreveram a coleção como de uma nova espécie descoberta *H. habilis*, por conta da habilidade de se fazer ferramentas com as mãos.



Homo georgicus

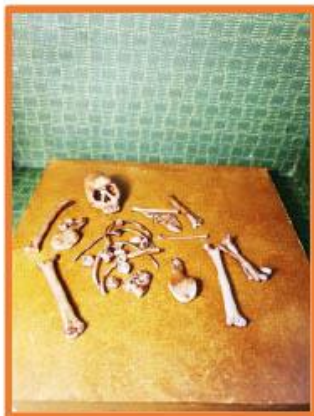
Encontrado em: Dmanisi, Geórgia.

Coordenadas:

Local: 41° 20' 10.2"N 44° 20' 18.7"E

Outras informações:

Datado em 1.8 milhões de anos, foi encontrado sob as ruínas de uma antiga cidade medieval por arqueólogos medievais que trabalhavam no local, em 1983. Até então se achava que outra espécie teria sido a primeira em deixar o território africano, o que causou grande discussão no meio acadêmico sobre ser uma espécie distinta. Até que em 2002 o material foi reconhecido como uma nova espécie descoberta *H. georgicus*.



Homo ergaster

Encontrado em: Vários sítios arqueológicos no leste africano, Rift Valley, Kenya, Tanzânia e Etiópia, assim como no Sul da África.

Coordenadas:

Local 1: Vale do Rift

zona 1 - 12° 28' 36.6"N 41° 06' 22.2"E

zona 2 - 3° 50' 22.5"N 36° 20' 06.6"E

zona 3 - 2° 41' 57.9"S 36° 12' 47.8"E

Local 2: 33° 50' 15.2"S 19° 05' 09.0"E

Outras informações:

Datado em 1.9 - 1.5 milhões de anos, descoberto em 1984, pelo arqueólogo queniano Kamoya Kimeu, no oeste da Turkana e descrito colaborativamente pela equipe de pesquisadores liderada pelo antropologista britânico Alan Walker e o antropologista queniano Richard Leakey. Foram encontradas muitas ferramentas feitas de pedras próximo a essa espécie, o achado mais importante foi nomeado de "Menino de Turkana", fóssil quase completo de um menino, de aproximadamente 1,6m, achado próximo ao Lago Turkana. É o primeiro hominínios a ter o esqueleto semelhante ao Homo sapiens e provavelmente andavam e corriam muito semelhante à nossa forma. Seu nome é uma alusão ao termo "homem que trabalha", por conta da proporção dos achados de ferramentas de pedra.



Homo erectus

Encontrado em: Vários sítios arqueológicos na China e Java, na Indonésia.

Observação: Existem achados na África e Europa, porém são contestados.

Coordenadas: áreas principais -

Local 1: 41° 55' 48.8"N 116° 13' 17.9"E

Local 2: 7° 27' 20.3"S 110° 50' 03.8"E

Local 3: 4° 47' 55.1"N 36° 22' 19.0"E

Outras informações:

Datado em 1.8 milhões - 30.000 mil anos, primeira espécie de hominínios encontrada fora da Europa. O primeiro achado dessa espécie foi feito por Eugène Dubois na ilha de Java, em 1891, sendo a primeira espécie de hominínios descoberto na história, porém só foi descrito no século seguinte. Após, na década de 1920, o professor de anatomia Davidson Black identificou alguns dentes em cavernas na China denominando como uma espécie chamada de *Sinanthropus pekinensis*, entretanto, após anos de análises, esse achado foi considerado na mesma espécie encontrada em Java. Ainda há muita discordância sobre os fósseis encontrados em diferentes regiões do globo, como Europa e África. Um dos fósseis encontrados é um fêmur com crescimento ósseo lateralizado, provavelmente causado por uma lesão.



Homo heidelbergensis

Encontrado em: Ao longo do leste do Vale do Rift no Quênia, Tanzânia e Etiópia; Norte da África e Sul da África; vários locais na Europa.

Coordenadas:

Locais aproximados:

32° 42' 30.3"N 8° 13' 34.5"W
(Norte da África)

33° 06' 31.2"S 18° 22' 46.0"E
(Sul da África)

6° 55' 05.2"N 41° 24' 32.5"E
(Etiópia)

3° 56' 52.5"N 36° 11' 11.9"E
(Quênia)

49° 23' 58.0"N 8° 40' 00.4"E
(Alemanha)

42° 50' 21.8"N 2° 45' 15.0"E
(França)

40° 22' 30.2"N 23° 10' 04.7"E
(Grécia)

36° 52' 53.2"N 3° 07' 25.2"W
(Espanha)

Outras informações:

Datado em 600.000 - 200.00 mil anos, o primeiro fóssil foi encontrado na zona rural da cidade de Heidelberg, na Alemanha, por um trabalhador da região. Em 1908, o diretor de escavação da Universidade de Heidelberg publicou o achado o nomeando como *H. heidelbergensis*. Anos depois, outros fósseis foram encontrados na França, Grécia e Espanha, corroborando para as pesquisas apontam a espécie como o último ancestral comum entre os Neandertais e os humanos modernos pela Europa e África.



Homo neanderthalensis

Encontrado em: Por toda Europa e na Sibéria; Sudoeste da Ásia.

Coordenadas:

51° 13' 12.4"N 6° 58' 49.9"E

(Alemanha)

36° 07' 14.0"N 5° 20' 31.5"W

(Gibraltar)

32° 33' 31.0"N 34° 56' 12.8"E

(Israel)

44° 57' 14.3"N 0° 56' 31.3"E

(França)

51°23'51.6"N 84°40'32.1"E

(Rússia)

Outras informações:

Datado em 350.000 - 28.000 mil anos, foi o primeiro fóssil de hominínios descoberto e descrito, com publicação em 1857. O primeiro fóssil foi encontrado pelo belga Charles Schmerling, um dos fundadores da paleontologia, em 1829 em Engis, na Bélgica, porém passou anos sem reconhecimento, quando em 1856 um naturalista local, Johann Fuhlrott encontrou fósseis no Vale de Neander, na Alemanha. Em colaboração com o anatomista Hermann Schaaffhausen a descoberta foi publicada em 1857. Somente em 1936 o fóssil encontrado em Engis foi corretamente identificado como Neandertal. Após, foram descobertos numerosos fósseis distribuídos por toda Europa e sudoeste da Ásia. Traços genéticos dessa espécie ainda estão presentes na genética de *Homo sapiens* oriundos na Europa.



Homo sapiens

Encontrado em: Todos os continentes.

Coordenadas: Serão dadas apenas algumas localizações, pois são muitas distribuídas por todos os continentes.

10° 52' 36.9"S 47° 23' 09.4"W
(Brasil)
41° 30' 12.2"S 73° 12' 31.2"W
(Chile)
38° 41' 12.2"N 77° 03' 54.4"W
(Estados Unidos da América)
64° 07' 55.1"N 140° 30' 51.7"W
(Canadá)
59° 38' 01.5"N 133° 07' 59.8"E
(Rússia)
27° 49' 43.5"N 113° 04' 48.8"E
(China)
35° 26' 43.2"N 139° 38' 51.9"E
(Japão)
16° 51' 56.5"S 144° 46' 00.3"E
(Austrália)
51° 33' 01.5"N 4° 15' 19.7"W
(Reino Unido)
50° 13' 20.6"N 4° 54' 48.9"E
(Bélgica)
42° 56' 53.1"N 25° 25' 51.0"E
(Bulgária)
40° 14' 40.7"N 20° 25' 56.2"E
(Albânia)
36° 07' 14.0"N 5° 20' 31.5"W
(Gibraltar)
11° 44' 05.7"N 40° 17' 06.2"E
(Etiópia)
6° 47' 40.0"N 37° 05' 38.4"E
(Etiópia)

Outras informações:

Datado em 200.000 mil anos, existindo até os dias atuais, a espécie surgiu na África, sendo comprovado pela datação mais antiga dos fósseis encontrados. Nos dias atuais, o *Homo sapiens* é a única espécie humana que ainda vive, mesmo já tendo coexistido com outras espécies já extintas, além disso, é a espécie que obteve mais avanços em menor tempo de existência.

**ENTERRANDO
OS FÓSSEIS
(MONTAGEM
DAS
CAIXINHAS)**

Todos os modelos de fósseis deverão ser colocados em blocos de areia e gesso para a escavação. Siga as instruções para a confecção do material. Respeite todas as proporções para a eficácia do material.

1. Fazendo a massa para o bloco de escavação



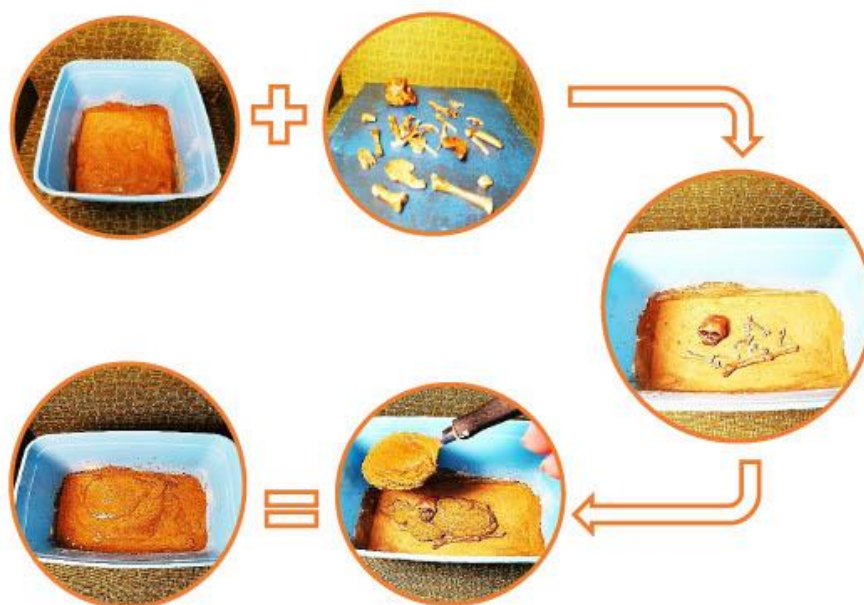
- Deixe todo o material preparado para uso;
- O processo de mistura da massa e tingimento (etapa a seguir) não poderá ser interrompido, pois o tempo de secagem é rápido.

2. Tingindo a massa (opcional)



- A cor do corante e se ele será adicionado ou não é opcional;
- Após a massa pronta, ela deverá ser separada em duas partes, pois uma metade será o fundo e a outra deverá ser despejada sobre o modelo para que seja coberto;
- O pote escolhido como forma deverá ser maleável para que o bloco seja facilmente desenhado.

3. Colocando os modelos no bloco



- Após separar a massa em duas partes, espere até 2 minutos para colocar os modelos do fóssil sobre a que ficou como fundo;
- Coloque os modelos sobre a massa e dê uma leve afundada para que fiquem fixos;
- Cubra o modelo com o restante da massa.

Importante: a massa seca muito rápido, portanto, todo esse processo deverá ser realizado rapidamente. Caso a massa para cobrir não seja o suficiente, pelo tamanho do fóssil, dobre a quantidade da receita (o modelo do crânio apresentado mede aproximadamente 3x2x2cm).

4. Secagem da massa e preparo das caixinhas



- Prepare as caixas em cores diferentes para diferenciá-las, ou as numere com etiquetas. Não esqueça de enumerar tampa e caixa;
- Desenforme o bloco do pote molde após 48 horas de secagem em local seco;
- Certifique-se que o bloco está completamente seco antes de colocar na caixa, caso não esteja, deixe secando fora do molde por mais 24 horas (o tempo de secagem varia de acordo com o clima);
- Não se esqueça de registrar em seu controle qual espécie está sendo colocada em cada uma das caixas, por exemplo, na caixa número 3, azul escura, está sendo colocada o *Homo georgicus*.

5. Hora de escavar!!!



- Utilize ferramentas como espátulas para raspagem, pincel ou escova de dente para limpar o substrato retirado, pequenos martelinhos para quebrar o bloco;
- Essa parte do trabalho envolve paciência e cuidado para não danificar o modelo, assim como seria em uma real escavação;
- Esse ponto é muito importante, aproveite!

6. Enviando os achados para análise



- Após a escavação, separe os fósseis encontrados junto com uma porção do substrato (a datação dos fósseis é realizada tanto por fragmentos do fóssil quanto pela análise dos sedimentos da camada do solo onde foi encontrado);
- Coloque dentro de um potinho com tampa ou saquinho com lacre o sedimento junto com o fóssil encontrado e feche a tampa ou lacre;
- Escreva em uma etiqueta as seguintes informações: identificação da caixa; nome dos escavadores; data da escavação; local da escavação em coordenadas geográficas (as mesmas entregues junto com as caixas); descrição do material encontrado;
- Cole a etiqueta no pote, ou saquinho, e recolha para que seja enviado "para análise".

Observação: Guarde todo o material identificado para que possam ser usados na exposição ao fim de todo o processo.

COORDENADAS PARA LOCALIZAÇÃO

Algumas espécies apresentam várias coordenadas, por terem sido encontradas em várias regiões. O professor poderá escolher a coordenada do ponto de partida e quando receberem a ficha com o resultado da análise, os grupos receberão mais coordenadas para conhecerem os outros locais onde fósseis da mesma espécie também foram encontrados.

Caixa 1 Australopithecus afarensis

Coordenadas: Caixa 1

Local 1:

zona 1 – 12° 31' 08.0"N 41° 47' 31.3" E

zona 2 – 13° 27' 29.1"N 40° 33' 34.7" E

zona 3 – 9° 58' 24.6"N 40° 28' 13.5" E

zona 4 – 12° 27' 00.0"N 40° 17' 33.4" E

Local 2: 3° 46' 45.8"N 35° 58' 17.7"E

Caixa 2 Australopithecus africanus

Coordenadas: Caixa 2

Local 1: 26° 00' 59.6"S 27° 43' 57.5"E

Local 2: 27° 32' 50.1"S 24° 45' 53.7"E

Local 3: 25° 53' 55.4"S 27° 45' 60.0"E

Caixa 3 Homo habilis

Coordenadas: Caixa 3

Local 1: 2° 59' 21.2"S 35° 21' 14.1"E

Local 2: 3° 56' 54.7"N 36° 11' 11.1"E

Local 3: 5° 23' 44.4"N 36° 10' 42.4"E

Local 4: 26° 00' 59.7"S 27° 44' 00.8"E

*Caixa 4 Homo georgicus***Coordenadas: Caixa 4**

Local: 41° 20' 10.2''N 44° 20' 18.7''E

*Caixa 5 Homo ergaster***Coordenadas: Caixa 5**

Local 1:

zona1 – 12° 28' 36.6''N 41° 06' 22.2''E

zona 2 – 3° 50' 22.5''N 36° 20' 06.6''E

zona 3 – 2° 41' 57.9''S 36° 12' 47.8''E

Local 2: 33° 50' 15.2''S 19° 05' 09.0''E

*Caixa 6 Homo erectus***Coordenadas: Caixa 6**

Local 1: 41° 55' 48.8''N 116° 13' 17.9''E

Local 2: 7° 27' 20.3''S 110° 50' 03.8''E

Local 3: 4° 47' 55.1''N 36° 22' 19.0''E

*Caixa 7 Homo heidelbergensis***Coordenadas: Caixa 7**

32° 42' 30.3''N 8° 13' 34.5''W

33° 06' 31.2''S 18° 22' 46.0''E

6° 55' 05.2''N 41° 24' 32.5''E

3° 56' 52.5''N 36° 11' 11.9''E

49° 23' 58.0''N 8° 40' 00.4''E

42° 50' 21.8''N 2° 45' 15.0''E

40° 22' 30.2''N 23° 10' 04.7''E

36° 52' 53.2''N 3° 07' 25.2''W



*Caixa 8 Homo neanderthalensis***Coordenadas: Caixa 8**

51° 13' 12.4"N 6° 58' 49.9"E
 36° 07' 14.0"N 5° 20' 31.5"W
 32° 33' 31.0"N 34° 56' 12.8"E
 44° 57' 14.3"N 0° 56' 31.3"E
 51°23'51.6"N 84°40'32.1"E

*Caixa 9 Homo sapiens***Coordenadas: Caixa 9**

10° 52' 36.9"S 47° 23' 09.4"W
 41° 30' 12.2"S 73° 12' 31.2"W
 38° 41' 12.2"N 77° 03' 54.4"W
 64° 07' 55.1"N 140° 30' 51.7"W
 59° 38' 01.5"N 133° 07' 59.8"E
 27° 49' 43.5"N 113° 04' 48.8"E
 35° 26' 43.2"N 139° 38' 51.9"E
 16° 51' 56.5"S 144° 46' 00.3"E
 51° 33' 01.5"N 4° 15' 19.7"W
 50° 13' 20.6"N 4° 54' 48.9"E
 42° 56' 53.1"N 25° 25' 51.0"E
 40° 14' 40.7"N 20° 25' 56.2"E
 36° 07' 14.0"N 5° 20' 31.5"W
 11° 44' 05.7"N 40° 17' 06.2"E
 6° 47' 40.0"N 37° 05' 38.4"E

- As coordenadas oferecidas nessa Sequência Didática indicam locais específicos ou aproximados, dependendo das condições atuais da região ou disponibilidade de informações pelo Google Maps;
- Em caixas com mais de um sítio arqueológico, você poderá escolher um ponto de partida e depois entregar a ficha com todas as coordenadas

para serem exploradas, ou entregar todas as coordenadas na caixa e deixar que os participantes escolham, aleatoriamente, de onde querem partir;

- Recorte os quadros com as coordenadas ou as repasse para outro papel;
- Enrole os papéis e coloque em garrafinhas com tampa de cortiça numeradas com o número da caixa correspondente;
- Outra opção é colar as coordenadas no interior da tampa da caixa, sem a necessidade de um recipiente só para esse fim.

Importante: Nesta etapa, os participantes deverão realizar o processo de investigação da localização recebida em coordenadas, para isso irão precisar do Mapa-Múndi, Google Maps e os Atlas que estarão disponíveis. É importante que todo o material seja usado, para que possam compreender a função de cada uma dessas ferramentas e desenvolverem a habilidade de usá-las.



Figura 2 Mapa-Múndi para localização das coordenadas e marcação dos locais explorados pelos participantes.



Os locais destacados na **Figura 3** são exemplos de locais que deverão ser marcados pelos participantes. A sugestão é que se use adesivos de baixa aderência (poderá ser colado e descolado sem danificar a superfície) nas mesmas cores das caixas, ou com a mesma numeração.

Figura 3 Exemplos de locais destacados no mapa indicando os sítios escavados.



Figura 4 Linhas em vermelho formando um ângulo de 90°, marcado com círculo amarelo, a partir das coordenadas em graus marcadas nos retângulos vermelhos, ao Norte e a Leste, na extremidade do mapa.



Figura 5 Coordenadas pesquisada no Google Maps.

ENTREGANDO AS FICHAS COM OS RESULTADOS NA ANÁLISE	Após toda a etapa da escavação, localização, marcação e envio para "análise", chegou a hora de entregar as fichas contendo o resultado com a datação e identificação da espécie encontrada.
--	---

O objetivo principal dessas fichas é oferecer informações-chave para que os próprios alunos continuem a investigação sobre as espécies identificadas, para isso, devem utilizar todos os recursos disponíveis, com o auxílio do professor mediador. Todas as informações devem ser anotadas em seus diários de campo para montagem da exposição e divulgação das redescobertas.

Australopithecus afarensis



Encontrado em: Laetoli, Tanzania; White Sands, Hadar, Maka, Belohdelie and Fejej, Etiópia; Allia Bay and Oeste da Turkana, Kenya.

Coordenadas:

Local 1: Triângulo de Afar.

zona 1 – 12°31'08.0"N 41°47'31.3"E

zona 2 – 13°27'29.1"N 40°33'34.7"E

zona 3 – 9°58'24.6"N 40°28'13.5"E

zona 4 – 12°27'00.0"N 40°17'33.4"E

Local 2: 3°46'45.8"N 35°58'17.7"E

Outras informações:

Datado em 3.7 – 3 milhões de anos, foi encontrado em meio a camadas de cinzas vulcânicas.



Australopithecus africanus



Encontrado em: Cavernas de Limestone em Sterkfontein, Makapansgat, Taung e Gladysvale, no Sul da África.

Coordenadas:

Local 1: 26°00'59.6"S 27°43'57.5"E

Local 2: 27°32'50.1"S 24°46'53.7"E

Local 3: 25°53'55.4"S 27°45'60.0"E

Outras informações:

Datado em 3,3 – 2,1 milhões de anos.



Homo habilis



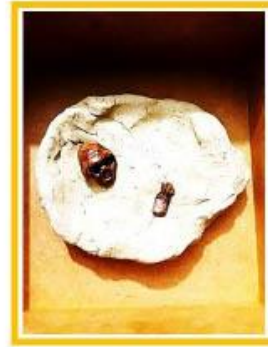
Encontrado em: Olduvai Gorge, Tanzânia; Koobi Fora, Quênia; Omo e Hader, Etiópia; Sterkfontein, África do Sul.

Coordenadas:

Local 1: 2°59'21.2"S 35°21'14.1"E
 Local 2: 3°56'54.7"N 36°11'11.1"E
 Local 3: 5°23'44.4"N 36°10'42.4"E
 Local 4: 26°00'59.7"S 27°44'00.8"E

Outras informações:

Datado em 2,4 – 1,6 milhões de anos, foram encontrados muitos fragmentos de esqueleto (mandíbulas, pernas, braços e mãos), crânio e um osso do pé.



Homo georgicus



Encontrado em: Dmanisi, Geórgia.

Coordenadas:

Local: 41°20'10.2"N 44°20'18.7"E

Outras informações:

Datado em 1,8 milhões de anos, foi encontrado sob as ruínas de uma antiga cidade medieval.



Homo ergaster



Encontrado em: Vários sítios arqueológicos no leste africano, Rift Valley, Kenya, Tanzânia e Etiópia, assim como no Sul da África.

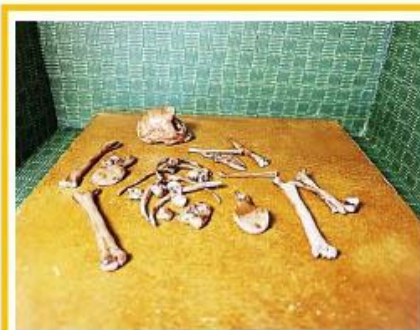
Coordenadas:

Local 1: Vale do Rift
 zona 1 – 12°28'36.6"N 41°06'22.2"E
 zona 2 – 3°50'22.5"N 36°20'06.6"E
 zona 3 – 2°41'57.9"S 36°12'47.8"E

Local 2: 33°50'15.2"S 19°05'09.0"E

Outras informações:

Datado em 1.9 – 1.5 milhões de anos.



Homo erectus



Encontrado em: Vários sítios arqueológicos na China e Java, na Indonésia.

Observação: Existem achados na África e Europa, porém são contestados.

Coordenadas: áreas principais

Local 1: 41°55'48.8"N 116°13'17.9"E
 Local 2: 7°27'20.3"S 110°50'03.8"E
 Local 3: 4° 47'55.1"N 36° 22'19.0"E

Outras informações:

Datado em 1.8 milhões – 30.000 mil anos, primeira espécie de homínios encontrada fora da Europa.



Homo heidelbergensis



Encontrado em: Ao longo do leste do Vale do Rift no Quênia, Tanzânia e Etiópia; Norte da África e Sul da África; vários locais na Europa.

Coordenadas:

Locais aproximados:

32° 42'30.3"N 8° 13'34.5"W (Norte da África)

33° 06'31.2"S 18° 22'46.0"E (Sul da África)

6° 55'05.2"N 41° 24'32.5"E (Etiópia)

3° 56'52.5"N 36° 11'11.9"E (Quênia)

49° 23'58.0"N 8° 40'00.4"E (Alemanha)

42° 50'21.8"N 2° 45'15.0"E (França)

40° 22'30.2"N 23° 10'04.7"E (Grécia)

36° 52'53.2"N 3° 07'25.2"W (Espanha)

Outras informações:

Datado em 600.000–200.000 mil anos



Homo neanderthalensis



Encontrado em: Por toda Europa e na Sibéria; Sudoeste da Ásia.

Coordenadas:

51° 13'12.4"N 6° 58'49.9"E (Alemanha)

36° 07'14.0"N 5° 20'31.5"W (Gibraltar)

32° 33'31.0"N 34° 56'12.8"E (Israel)

44° 57'14.3"N 0° 56'31.3"E (França)

51° 23'51.6"N 84° 40'32.1"E (Rússia)

Outras informações:

Datado em 350.000–28.000 mil anos.





Homo sapiens

Encontrado em: Todos os continentes.

Coordenadas: Serão dadas apenas algumas localizações, pois são distribuídas por todos os continentes.

10° 52'36.9"S 47° 23'09.4"W (Brasil)
 41° 30'12.2"S 73° 12'31.2"W (Chile)
 38° 41'12.2"N 77° 03'54.4"W (Estados Unidos da América)
 64° 07'55.1"N 140° 30'51.7"W (Canadá)
 59° 38'01.5"N 133° 07'59.8"E (Rússia)
 27° 49'43.5"N 113° 04'48.8"E (China)
 35° 26'43.2"N 139° 38'51.9"E (Japão)
 16° 51'56.5"S 144° 46'00.3"E (Austrália)
 51° 33'01.5"N 4° 15'19.7"W (Reino Unido)
 50° 13'20.6"N 4° 54'48.0"E (Bélgica)
 42° 56'53.1"N 25° 25'51.0"E (Bulgária)
 40° 14'40.7"N 20° 25'56.2"E (Albânia)
 36° 07'14.0"N 5° 20'31.5"W (Gibraltar)
 11° 44'05.7"N 40° 17'06.2"E (Etiópia)
 6° 47'40.0"N 37° 05'38.4"E (Etiópia)



Outras informações:
 Datado em 200.000 mil anos, existindo até os dias atuais

CONCLUSÃO DA ATIVIDADE

Esta SD foi elaborada como uma alternativa às avaliações e às metodologias que não possibilitam desenvolver habilidades e competências características de cada indivíduo, além disso oferece ao professor uma formação continuada onde se faz necessário buscar novas informações tanto específicas dos conteúdos, como da área pedagógica, formando, assim, um profissional completo, pronto para encarar os desafios da educação do século XXI.

O tema escolhido como central para esta atividade envolve a evolução biológica humana, entretanto, as sequências didáticas podem ser adaptadas para qualquer conteúdo, desde que seja entendido o seu conceito como algo em constante dinâmica de adaptação, onde a parte anterior servirá como molde para a etapa posterior. Uma sugestão de outro material a ser investigado são fósseis mais simples de conchas e plantas para que seja trabalhado o tema Deriva Continental, para que os participantes interliguem os contornos dos continentes onde são encontrados os mesmos fósseis como, por exemplo, os continentes africano e sul-americano.

Os modelos didáticos propostos nessa SD podem ser solicitados pelo e-mail disponível no final deste Manual como forma de possibilitar a replicabilidade do tema. Os modelos

enviados deverão ser todos limpos e guardados para serem usados no ano letivo seguinte.

Esta SD pode ser vinculada ao Projeto Político Pedagógico da escola para que se enriqueça ainda mais a estrutura que irá guiar os planejamentos anuais, com a formação continuada do corpo docente e oferecimento de disciplinas extracurriculares, onde os Temas Transversais e a Recuperação Paralela poderão ser trabalhados, sem que haja prejuízo às horas letivas obrigatórias a serem cumpridas.

CRÉDITOS

Esta Sequência Didática é produto do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MPEGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

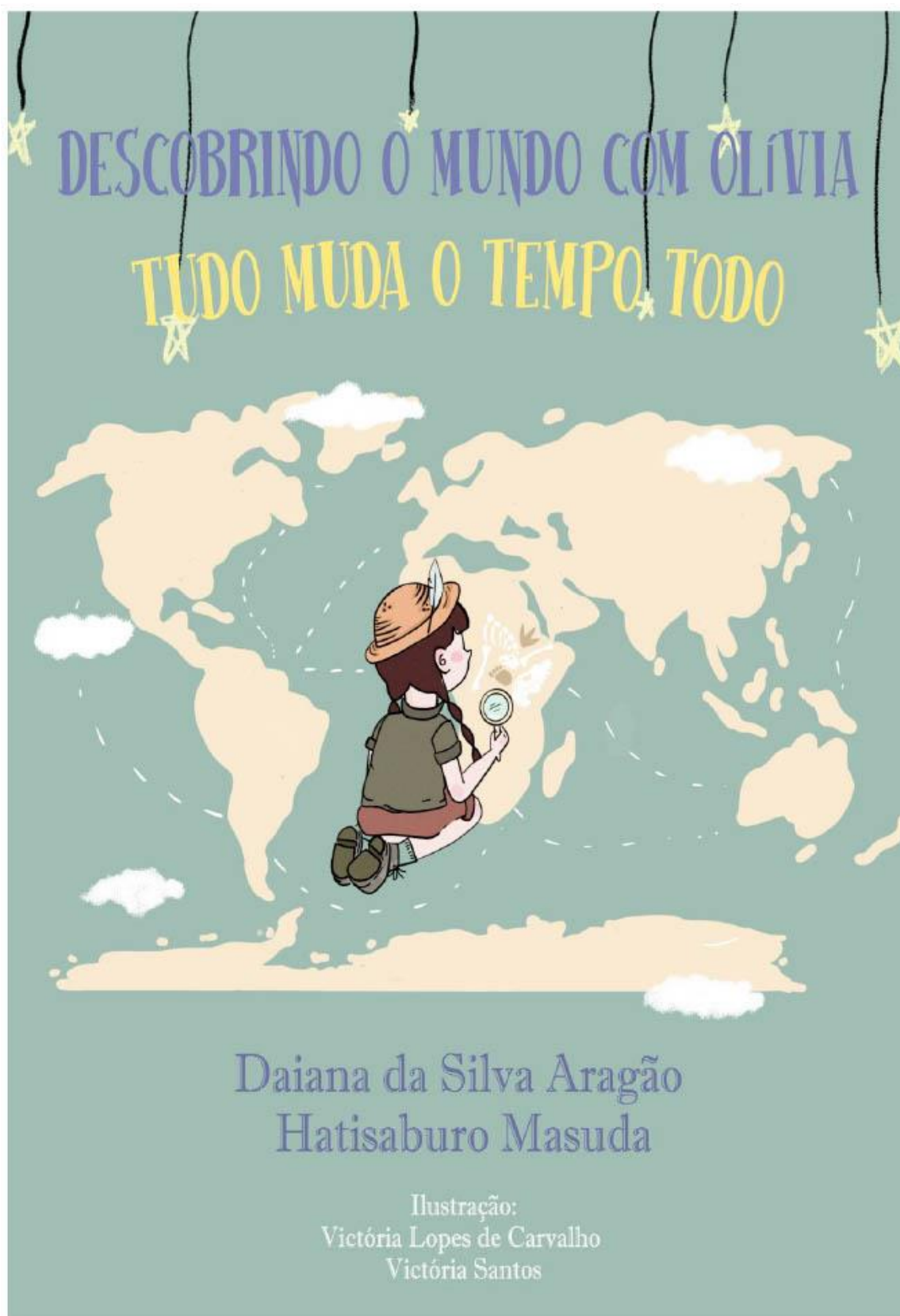
Produção: Daiana da Silva Aragão - Mestre em Educação, Gestão e Difusão em Biociências.

Orientação: Professor Doutor Hatisaburo Masuda.

Contato para solicitação do material: daianaarago@gmail.com

Rio de Janeiro
2023

**A 2 - LIVRO PARADIDÁTICO DESCOBRINDO O MUNDO COM OLÍVIA:
TUDO MUDA O TEMPO TODO**



Expediente

Autores:

Daiana da Silva Aragão

Hatisaburo Masuda

Ilustrações:

Victoria Lopes de Carvalho

Victória Santos

Projeto gráfico e diagramação:

Fabio R. Alencar

Revisão de texto:

Beatriz Fontes

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Aragão, Daiana da Silva
 Descobrimo o mundo com Olívia [livro
 eletrônico] : tudo muda o tempo todo / Daiana da
 Silva Aragão, Hatisaburo Masuda ; ilustração
 Victoria Lopes de Carvalho , Victória Santos. --
 Rio de Janeiro : Frapello Publishing, 2023.
 PDF

ISBN 978-65-85205-04-7

1. Animais - Literatura infantojuvenil
 2. Natureza - Literatura infantojuvenil I. Masuda,
 Hatisaburo. II. Carvalho, Victoria Lopes de.
 III. Santos, Victória. IV. Título.

23-181819

CDD-028.5

Índices para catálogo sistemático:

1. Literatura infantojuvenil 028.5
2. Literatura juvenil 028.5

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Sumário

Agradecimentos	5
Apresentação	7
Capítulo 1: Um final de semana em família	9
Capítulo 2: Os dinossauros	15
Capítulo 3: A origem dos homens	33
Capítulo 4: Chimpanzés, bonobos, humanos e o rio Congo	51
Capítulo 5: O senhor Esteban	67
Capítulo 6: A aventura humana para povoar o planeta	87
Capítulo 7: A viagem para África	97
A visita a Masai Mara	100
Retorno para Nairobi	108
Capítulo 8: De volta ao Brasil	113
A expansão humana para fora da África	116
Os europeus	118
O grupo americano	118
As consequências da chegada dos humanos nas Américas	121
Uma breve história da formação da Mata Atlântica	122
Chegada dos portugueses ao Brasil	123
Referências	127

<< Sumário

Agradecimentos

Agradecemos a todos que, de alguma forma, contribuíram na construção deste livro.

Agradecimentos especiais às professoras e professores pelas muitas sugestões oferecidas:

Andréa Carla de Souza Góes (Docente permanente do MP-EGeD/IBqM-UFRJ), Antonio Mateo Sole-Cava (Professor Titular do IB-UFRJ), Cláudia Augusta de Moraes Russo (Professora Titular do IB-UFRJ), Cristina de Oliveira Maia (Docente permanente MP-EGeD/IBqM-UFRJ), Kátia Calp Gondim (Professora Associada do IBqM-UFRJ), Marco Aurelio Passos Louzada (Professor Titular - IFRJ) e ao geólogo Marcelo de Almeida Freimann (Professor Substituto, UFMG).

Os eventuais problemas ainda encontrados no livro são de absoluta responsabilidade dos autores.

Apresentação

Este livro traz diálogos entre Olívia e seu avô, que é um médico aposentado e muito culto, chamado de vô Tonho por sua neta, uma menina muito curiosa e perspicaz, a personagem principal do livro. A história se inicia durante a volta de um passeio de final de semana em família a um hotel-fazenda na Zona da Mata.

Durante o retorno, eles ouvem no rádio do carro a música “Como uma onda”, de Lulu Santos e Nelson Motta. Além da beleza da melodia, a ideia veiculada pela música, de que “tudo muda o tempo todo no mundo”, conta com a concordância de Olívia. No entanto, a letra associada às paisagens degradadas avistadas no percurso a deixam inquieta, pois sabe que não é possível voltar no tempo. Para ela, fica claro que, assim como diz a música, “nada do que foi será de novo do jeito que já foi um dia”. Ou seja, mesmo que se tente recuperar a Mata Atlântica, ela jamais voltará a ser o que já foi, o que é perturbador para ela!

Os dinossauros entram na história como o marco biológico de um ser vivo que existiu e dominava diferentes espaços. Embora bastante conhecido pela população, ele já não existe mais e ficou no passado, porém com evidências atuais concretas: os seus fósseis.

A história prossegue através de diálogos constantes de Olívia com seu avô, que – por ser aposentado e ter tempo disponível – estuda por conta própria a temática da evolução biológica e comenta com a neta que, na época da extinção dos dinossauros, há 65 milhões de anos, os humanos sequer existiam no planeta. Essa informação faz Olívia ficar ainda mais curiosa, o que a induz a fazer muitas perguntas ao seu avô sobre a origem dos humanos.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Os diálogos sobre o assunto se intensificam e a história se desenvolve de uma maneira aprofundada, porém suave e esclarecedora, e que passa pela discussão de conceitos como ancestrais comuns e seleção natural.

A história termina com uma viagem de Olívia e seu avô à África, o berço da humanidade. Este livro paradidático foi pensado compreendendo que o fazer educacional sempre foi um desafio para todos os professores, especialmente quando se trata de discutir assuntos complexos, como a evolução dos seres vivos, incluindo a evolução dos humanos, um conceito de difícil assimilação, até por conta enfrentar resistências, devido às ideias com referencial religioso, como a criacionista.

A estratégia para este livro foi ambientar as discussões e conversas em situações familiares para desenvolver uma história com conceitos reais, extraídos de artigos científicos e livros listados na seção de referências ao fim desta obra. O grande desafio para a realização desta foi encontrar uma forma de trazer para o público questões científicas complexas, sem o peso acadêmico, para que os leitores possam compreender melhor o que é discutido na biologia contemporânea. Afinal, como já foi pontuado por Theodosius Dobzhansky: “Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução”. Dobzhansky, geneticista ucraniano, resumiu bem a importância da evolução para a compreensão da biologia. Embora fosse membro da Igreja Ortodoxa Russa, fez severas críticas ao criacionismo antievolucionista, em 1973, na revista *American Biology Teacher*. Faleceu aos 75 anos na Califórnia, em 1975.

Boa leitura a todos!

Os autores.

[<< Sumário](#)

Capítulo 1

Um final de semana em família

Era um final de semana e Olívia viajava de carro por uma estrada de terra com seu avô, chamado carinhosamente de vô Tonho. O silêncio era permanente no carro, mas Olívia estava atenta, observando a mata muito densa que os rodeava. A variedade de plantas era muito grande e, de vez em quando, dentre elas, apareciam algumas palmeiras muito delicadas. Eram as palmeiras juçaras, típicas da Mata Atlântica.

Naquele trecho, Olívia observava a claridade do céu através das copas das árvores e achava aquilo tudo muito bonito. No céu, delineavam-se diferentes figuras, formadas pelas copas das árvores e, sob um vento mais forte, milhares de pequenas folhas se soltavam e caíam mansamente no interior da mata. De vez em quando, um som estridente ecoava. Era o canto da araponga, uma ave linda, toda branca e com penas azuis perto do bico e difícil de ser localizada, que Olívia não conseguiu avistar.

De repente, o carro saiu da mata e percorreu um longo trecho sem árvores. Era uma região onde os agricultores haviam retirado a mata para dar origem às pastagens, mas quase não se viam bois. Olívia, então, foi tomada por um sentimento misto de indignação e tristeza. Para ela não fazia muito sentido destruir aquela mata, com tantas espécies diferentes de plantas e animais, e trocá-la por um só tipo de vegetação: o capim.

Enquanto a menina tentava controlar ou entender seus sentimentos, o carro chegou à rodovia principal que os levaria de volta para

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

casa. Eles haviam passado o final de semana, em família, num hotel-fazenda na Zona da Mata, e o carro com o restante dos familiares já havia chegado ao restaurante combinado como ponto de encontro na estrada, próximo ao local onde se encontravam.

Ao chegar à rodovia asfaltada, vô Tonho ligou o som do carro e uma música muito bonita estava tocando em uma rádio local, despertando imediatamente o interesse de Olívia, que passou a prestar atenção na letra. Era uma música composta por Lulu Santos em parceria com Nelson Motta, chamada “Como uma onda”.

Como uma onda

*Nada do que foi será
De novo do jeito que já foi um dia
Tudo passa
Tudo sempre passará*

*A vida vem em ondas
Como um mar
Num indo e vindo infinito*

*Tudo que se vê não é
Igual ao que a gente
Viu há um segundo
Tudo muda o tempo todo
No mundo*

*Não adianta fugir
Nem mentir
Pra si mesmo agora
Há tanta vida lá fora
Aqui dentro sempre
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar*

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Olívia ouvia a música atentamente e, em sua cabeça, pensava em como aquela composição fazia sentido para ela, mas não sabia bem o porquê.

– Chegamos ao ponto de encontro! – anunciou vô Tonho. – Vamos ao banheiro. “É para já!”, pensou Olívia que também percebeu que estava apertada. E lá foram eles.

O ponto forte daquele bar e restaurante era um sanduíche servido no pão fresco, com uma linguiça levemente apimentada e saborosamente defumada, o que fazia a alegria dos clientes. O que dizer então dos diferentes molhos oferecidos para serem servidos junto com o sanduíche!? Um segredo guardado a sete chaves! Aquele sanduíche quentinho era, sem dúvida alguma, o destaque que tornou aquele restaurante o ponto de parada de todos que viajam por aquela região.

Todos da família se reuniram em torno de uma mesa, e o lanche transcorreu animadamente. Olívia e seus primos lembravam as traquinagens e brincadeiras que vivenciaram naquele final de semana.

De volta ao carro para percorrer o último trecho da viagem de volta para casa, vô Tonho percebe que Olívia está quieta e pensativa.

– Olívia! – diz o vovô – Eu conheço essa sua carinha. O que é que a está incomodando?

– Ah! – diz Olívia, que estava vagando em seus pensamentos.

Vô Tonho novamente questiona:

– Eu perguntei o que a está incomodando! Você parece estar muito séria agora!

Em resposta, Olívia pergunta:

– Vovô! Você reparou que na estrada de terra há um trecho enorme sem árvores?

– Sim! – respondeu vô Tonho, que era um médico aposentado e muito culto.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Os agricultores retiraram a mata para criar bois e transformaram as matas em pastagens.

– Mas... Quase não se vê bois! – replica uma indignada Olívia.

– É porque a qualidade dos pastos não é muito boa. – diz vô Tonho.

– Que pena! A mata deveria ser muito bonita. Especialmente naquele trecho perto do riacho onde até praia tem! – resmungou Olívia.

– Eu concordo contigo Olívia! A água límpida correndo mansamente sobre as pedras e a areia dá uma sensação de calma e tranquilidade que nós não temos mais na cidade. – finaliza vô Tonho.



Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

O carro seguiu viagem pela estrada, mas agora já com ares de urbanização. Olívia continuou a observar e refletir sobre as possibilidades que levariam a mudanças tão bruscas da paisagem natural. Para ela, nada disso fazia muito sentido. “Por que será que os adultos tomam essas atitudes?” Muitas perguntas permeavam seus pensamentos!

– Vovô! O senhor conhecia aquela música que estava tocando no rádio? – pergunta Olívia.

– Sim! – respondeu vovô Tonho. – Por que o interesse?

– Vim pensando nela desde o momento em que a ouvi e me parece que se trata de uma grande verdade: “Tudo muda o tempo todo”. Todas as modificações que vimos na paisagem são muito diferentes da paisagem natural, tão diferentes que parecem ser impossíveis de serem recuperadas. Em outra parte da música, onde se canta “Tudo o que se vê não é igual ao que a gente viu há um segundo”, podemos pensar que, por conta de cada uma das folhas que caíram e de cada pedra que se soltou da montanha, o mundo não é mais o mesmo que a gente viu há um segundo. Parece que é assim desde o início de todas as coisas.

– É isso mesmo! – responde um admirado vovô.

– Se isso é assim, a mata deveria estar cobrindo toda esta área antes da chegada dos agricultores, não é mesmo vovô?

– É verdade, Olívia! Estava, sim. – responde vovô Tonho, cada vez mais surpreso com o andar da conversa. – Eu sempre tento imaginar como essas matas deveriam ser lindas antes da chegada dos portugueses em 1500. As florestas estavam ainda quase intocadas. Naquela época, embora os índios explorassem a Mata Atlântica utilizando o fogo para abrir clareiras, o nível de destruição era relativamente baixo. Quase toda a costa leste do Brasil, do nordeste ao sul, chegando até a Argentina, era coberta pela Mata Atlântica. Hoje restam apenas 7% de tudo aquilo que a Mata Atlântica já foi um dia.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Olhe em volta, vovô! Quase não há mais árvores! Que tristeza! Isto mostra que, no mundo, “tudo muda o tempo todo”, como diz a música, mas parece que é para pior! – finaliza Olívia.

A viagem prosseguiu em silêncio. Vô Tonho ficou reflexivo e uma inquietação tomou conta de si, pois havia ali com ele uma menina curiosa e com muitas perguntas sobre as decisões tomadas pelos adultos e, para ela, parecia que nada poderia ser feito para ajudar a parar essa injustiça com a natureza.

<< Sumário

Capítulo 2

Os dinossauros

Alguns dias antes da viagem para o hotel-fazenda, Olívia havia assistido a um documentário na TV que mostrava a existência de fósseis de dinossauros, os quais, pelas imagens, eram gigantescos. Ela ficou muito impressionada e toda hora pensava no assunto.

– Vovô, como é que era o mundo na época dos dinossauros? – pergunta Olívia, sem muita esperança, pois não havia muita razão para que seu avô conhecesse essa história, afinal ele era só um médico aposentado e ela havia assistido ao documentário na TV tinha pouco tempo.

– Olívia, naquela época, o nosso planeta era muito diferente do que ele é agora! – responde vó Tonho.

– Como assim? – pergunta Olívia.

Vó Tonho responde:

– Por exemplo: os continentes não eram tais como conhecemos hoje, pois ainda não estavam separados. Eles formavam um grande bloco denominado PANGÉIA, que incluía todos os continentes. Lembre-me, quando chegarmos em sua casa, que eu te mostrarei como era. Eu tenho um livro que tem um mapa mostrando isso! – finaliza vó Tonho.

– Combinado, vovô! Eu vou me lembrar sim! Por que deram esse nome esquisito, vovô?

– Olívia, PAN significa todo, e GEIA, terra – explicou o vovô. – Esse supercontinente incluía o continente americano (América do

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Norte, Central e do Sul), Europa, África, Ásia, Oceania e a Antártida. Naquela época, os dinossauros já existiam, assim como as plantas, que já haviam se desenvolvido até um estágio muito próximo ao que temos hoje. As coníferas dominavam as paisagens.

– O que são coníferas? – pergunta a curiosa Olívia.

E vô Tonho:

– As coníferas fazem parte de um grupo de plantas de grande porte, chamadas *gimnospermas*, como os ciprestes, pinheiros e as araucárias, que conseguimos ver em grande quantidade em regiões serranas e em regiões frias. Seu grupo irmão, as *angiospermas*, já habitava o nosso planeta, embora não em toda a sua plenitude. Ambas surgiram de uma ancestral comum e traçaram caminhos opostos em um determinado momento.

– Como é que eu sei que é *angiosperma*? – pergunta Olívia.

– Ah! São todas as outras plantas modernas, aquelas que produzem flores e frutos que protegem as sementes, como a laranja e a melancia. Já as *gimnospermas*, por outro lado, têm sementes nuas sem proteção, como o pinhão.

Olívia fica agradecida, e a conversa é retomada por seu avô:

– Como eu ia dizendo, os dinossauros habitavam florestas e matas, provavelmente muito parecidas com algumas que temos ainda hoje. Nessa época, nem todos os mamíferos haviam se desenvolvido. Muitos dos atuais mamíferos e plantas desenvolveram-se depois dessa época, inclusive os humanos. Isto quer dizer que os humanos e muitos outros mamíferos não conviveram com os dinossauros.

– Mas e os filmes de dinossauros que a gente vê na televisão?

– Isto é obra de ficção científica utilizada no cinema!

– O que é ficção científica? – pergunta Olívia.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Ficção, em português, pode significar muitas coisas, mas nesse caso está associado ao ato de contar coisas imaginárias, sem estarem conectadas com a realidade. Ficção científica é a mesma coisa, só que trata-se de um assunto científico, que é contado como sendo verdadeiro, mas, na realidade, é só parte da imaginação do autor do livro ou de um filme, como no caso dos dinossauros. Você entendeu agora, Olívia? – pergunta o avô.

– Acho que sim. – responde Olívia e na sequência, questiona-o novamente: – Então, os dinossauros eram reais e existiram, mas a convivência com os humanos, não! É isso mesmo, vovô?

Vô Tonho, em seguida, todo feliz:

– É isso mesmo, menina! – E todo empolgado, acrescenta: – Tem mais: um belo dia os dinossauros levaram um grande susto.

– Por quê? – pergunta Olívia rapidamente.

– Há cerca de 200 milhões de anos, no Jurássico, quando os dinossauros dominavam a Terra, o nosso planeta sofreu um período de grandes instabilidades, e as chamadas placas tectônicas começaram a se movimentar com muita intensidade, ocasionando o início da separação dos continentes. Os grandes blocos de terra começaram a se separar, e as plantas e os animais, incluindo os dinossauros, foram ficando isolados uns dos outros nos diferentes continentes.

– Na tal da Pan... Pan... o que mesmo? – pergunta Olívia.

– Pangeia! – retruca vovô Tonho.

– Sim, o supercontinente! Eu me lembro agora! – diz Olívia. – Então, naquela época, todos os animais e plantas ocupavam o mesmo espaço, mas com a separação dos continentes, eles ficaram separados. É isso mesmo? – pergunta curiosa.

– Sim! Você está certíssima, Olívia! – Responde vô Tonho surpreso com o raciocínio da neta. – Naquela época, todos os animais e

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

as plantas conviviam no mesmo espaço, que era único, o supercontinente que você citou agora.

– Legal! – responde animada.

– Olívia, por favor, pegue o mapa dobrável no porta-luvas e abra. E assim fez Olívia.

– Aqui está vovô!

Vô Tonho dá continuidade:

– Obrigado! Abra na última página, que tem um mapa-múndi. Ele é pequeno, mas dá para ver o que eu quero te mostrar. Observe com atenção, no mapa, que o contorno da costa do Brasil se encaixa perfeitamente ao contorno da costa oeste da África, sugerindo que, há milhões de anos, elas estiveram juntas.



Olívia, fascinada, exclama:

– Caramba! É mesmo. De fato, o contorno do Brasil se encaixa no contorno da África. Eu nunca havia percebido antes!

– Muitas vezes, as informações estão na nossa frente, mas nós é que estamos desatentos e não percebemos as coisas – diz vovô Tonho.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Isto não poderia ser só uma coincidência? – pergunta Olívia.

Vô Tonho replica:

– Sim! Até poderia, mas cientistas de diferentes especialidades contribuíram com mais informações para demonstrar que isto na verdade havia ocorrido há milhões de anos. Geólogos mostraram que, no meio do caminho, entre Brasil e África, há uma cordilheira submersa no oceano Atlântico, com o mesmo contorno da costa do Brasil e África. Além disso, os biólogos que estudaram os peixes de água doce dos dois continentes, verificaram que todas as famílias de peixes africanos existem também no Brasil, sugerindo fortemente que os peixes brasileiros são “parentes” dos peixes africanos.

– Essas informações ajudam a entender essa história do jeito que o senhor está explicando! – responde Olívia.

– Mas a evidência mais concreta sobre a deriva continental foi a descoberta de fósseis das mesmas espécies em sítios na costa do Brasil e da África. Esses fósseis, que foram formados na época da Pangeia, estavam exatamente no ponto de ruptura e separação das placas tectônicas. Dessa forma, podemos dizer que ambos os continentes já estiveram ligados e agora são separados pelo oceano Atlântico. – explica vô Tonho.

– Que legal! – exclama Olívia, muito animada!

Vô Tonho também se anima com Olívia e continua:

– Com o longo tempo de isolamento dos continentes, os animais e as plantas, agora em seus respectivos continentes, continuaram sua trajetória de sobrevivência, enfrentando diferentes problemas, como temperaturas diferentes, presença ou restrição de água ou mesmo ausência de água para a sobrevivência, bem como altitudes diferentes, se viviam em montanhas altas ou ao nível do mar. Em cada local do planeta, o clima se apresentava diferente e, assim,

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

tanto os animais como as plantas sobreviventes foram se modificando aos poucos, sofrendo mudanças diferentes conforme o lugar em que viviam. Naturalmente, isto favoreceu o aparecimento de novas espécies, já que algumas, por estarem mais bem adaptadas às condições climáticas daquele lugar e por se relacionarem adequadamente com outras espécies de plantas e animais, sobreviveram, enquanto outras, não. Assim, ao longo de milhões de anos, aquelas espécies que tiveram a mesma origem foram gradativamente se diferenciando, cada qual em seu novo continente, em formas um pouco diferentes. – finaliza ele.

– Isso quer dizer, então, que os dinossauros do Brasil se tornaram diferentes dos dinossauros da África? – pergunta Olívia.

– Bingo! – responde o vovô, surpreso com a velocidade de raciocínio da neta e continua: – Você pegou a essência do que aconteceu no nosso planeta naquela época. Embora eles tenham tido uma origem comum, com o longo tempo de isolamento e por enfrentarem condições de sobrevivência diferentes, cada qual em seu novo continente, eles evoluíram gradativamente para formas diferentes de seus parentes africanos.

– Interessante! – responde Olívia, pensativa.

– Como a mesma coisa aconteceu também com todas as plantas e animais, isto ajuda a explicar por que plantas e animais se apresentam em formas tão diversificadas e tamanhos diferentes, ao contrário das coisas não vivas – comenta Vô Tonho.

– É verdade! Então, é dessa forma que uma espécie de um animal ou de uma planta dá origem a outras diferentes. Agora eu acho que estou começando a entender! – responde Olívia, entusiasmada.

– Um ponto importante para ser entendido é o que você acabou de mencionar. A origem comum dos seres vivos. As evidências

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

de fósseis, tanto de plantas como animais, nos levaram a concluir isso e reforçar essa ideia. Por exemplo: estratos fósseis do período geológico conhecido como Período Terciário mostram...

– O que são exatamente os estratos que você mencionou? Não entendi. – interrompe a menina.

Vô Tonho se desculpa e dá continuidade:

– Ah! Desculpe! Eu não expliquei antes! Estratos são conjuntos de rochas sedimentares delimitadas pelas superfícies de estratificação, formando camadas com características físico-químicas próprias...

– Mas vovô! – interrompe Olívia de novo e prossegue: – Eu também não sei o que são rochas sedimentares. Você pode explicar?

– Sim, Olívia, desculpe. Eu me empolguei e esqueci que você ainda não estudou essas coisas. Agora, eu vou tomar mais cuidado e explicar tudo direitinho. Você já reparou que, no nosso mundo, as paisagens têm montanhas e planícies?

– Sim! – responde Olívia.

– Pois é, nas montanhas nós vemos rochas grandes, enormes na realidade, que se formaram na época do resfriamento do planeta. Com a exposição ao sol, a chuvas, ventos e ao contato com seres vivos, durante um longo período, você pode imaginar o quanto essas rochas foram sofrendo pequenas fragmentações e, em consequência, pedacinhos delas foram se soltando e foram levados pelo vento e pela água das chuvas, para as partes mais baixas do relevo, como nas planícies.

– É! – diz Olívia, empolgada e continua: - Isso dá para perceber, sim! E geralmente tem um riacho ou rio no meio da planície ou, até mesmo, lagos ainda entre as montanhas, e a água vem lá do alto da montanha e, às vezes, até cachoeira tem. Muito parecido até com o lugar que visitamos perto do hotel. – finaliza ela.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Pois é, Olívia. – concordando com a neta, vô Tonho continua:
– Em montanhas mais altas, acumulam-se água ou neve e, quando derretem, formam esses rios que você mencionou.

Olívia, surpresa, responde:

– Muito legal! Eu já vi um documentário que mostrava a neve derretendo e virando rio!

– Observe que esses rios levam tudo para a parte baixa da montanha. Junto com a água, vão pequenos grãos de areia, matéria orgânica, pedras, sais minerais, que ajudam na formação das planícies (elas são bem planas, daí vem o seu nome). Com os vários ciclos de deposição de sedimentos (ciclos de chuvas e secas), você pode imaginar que eles podem se acumular em camadas. Se esses sedimentos cobrirem plantas ou animais, poderemos ter até formação de fósseis, caso as estruturas dessas plantas ou animais venham a ser mineralizadas. São necessárias condições muito especiais para que ocorra a formação de fósseis. Na maior parte das vezes, o que acontece é que tanto as plantas como os animais se deterioram pelo consumo por outros animais e microrganismos, que aproveitam os restos dessas criaturas mortas. Deu para ter uma noção agora, Olívia? – pergunta vô Tonho.

– Agora sim! – responde Olívia, feliz.

– As camadas sucessivas de rochas podem contar a história do local estudado. – continua explicando o avô. – Assim, se dois fósseis distintos forem encontrados em camadas diferentes, aqueles encontrados nas camadas de baixo serão mais antigos que os encontrados mais acima. Isto faz sentido para você? – pergunta vô Tonho.

– Faz sim! – responde Olívia.

– Mas os geólogos têm também de tomar alguns cuidados, pois os grandes movimentos tectônicos podem modificar a posição des-

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

sas camadas; cada local tem a sua própria história, que precisa ser levada em consideração por quem estuda o local.

– Parece complicado! – resmungava Olívia.

– Sim, até pode parecer complicado, mas os geólogos experientes resolvem essa questão com alguma facilidade. – continua o avô.

– Quem são as pessoas que descobrem isso tudo sobre fósseis, placas tectônicas... são os geólogos? – pergunta Olívia.

– Olívia, essa área é conhecida, principalmente, por ser interdisciplinar, ou seja, vários profissionais, com diferentes formações, trabalham em equipe para resolver um problema. Vou falar sobre alguns. Os geólogos tratam de estudar sobre a formação do planeta no que diz respeito à formação de rochas, continentes e a todas as transformações causadas pelas forças físicas que modelam a Terra; os arqueólogos estudam as civilizações antigas e todos os vestígios deixados pela humanidade, principalmente num período de 10 mil anos; já os paleontólogos, estudam vidas mais antigas, com muito mais do que 10 mil anos, além de investigar quaisquer evidências como, por exemplo: conchas, carapaças, matéria orgânica carbonizada, dentes e fósseis de animais pré-históricos; já os biólogos estudam os seres vivos e suas transformações etc. – explica o avô.

– Ah! É mesmo. Você já havia comentado algo antes sobre o trabalho dos biólogos com os peixes, e dos paleontólogos e geólogos.

E Olívia complementa:

– Tem uma coisa que não consigo entender! Você disse que os continentes se afastaram uns dos outros, não é verdade?

– Correto. – responde o Tonho.

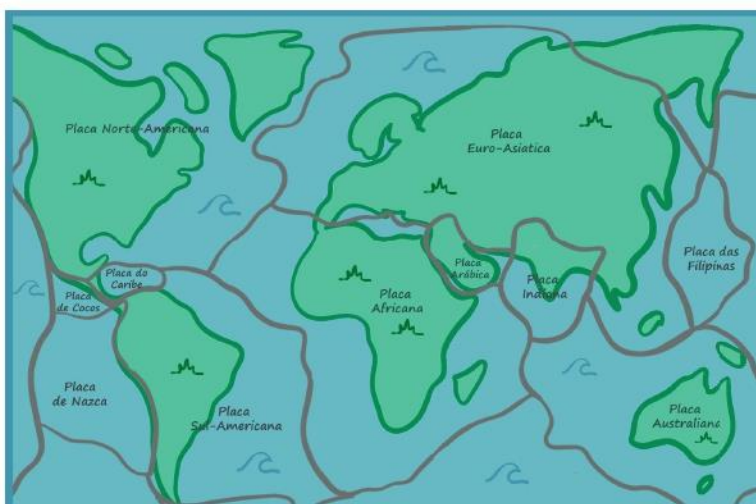
– Como é que pedaços de terras do tamanho de continentes podem se separar e “sair andando pelo planeta”, se tudo isso é

Descobrimos o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

muito sólido? Eu aprendi na escola que existe a crosta terrestre, que é onde estamos agora.

– Boa pergunta Olívia! Você tem razão! A crosta terrestre é a parte mais externa do planeta. Com o resfriamento do planeta Terra, ela endureceu e formou os continentes, os mares e a parte sólida que existe debaixo dos mares. No entanto, o centro da Terra é sólido, porém pastoso, e continua assim até os dias de hoje. Conforme as camadas vão se aproximando da superfície do planeta, vão se resfriando e se tornando mais sólidas. Imagine só um núcleo que tem uma estimativa de temperatura de 6.000 °C e uma superfície terrestre com temperatura média de 25 °C. Essa diferença brusca de temperatura modela a crosta terrestre. – orienta vô Tonho.

– Como assim? – pergunta Olívia, curiosa.



– Por exemplo: a crosta terrestre se partiu em vários lugares, formando grandes placas: 12 no total, que podem ser subdivididas em outras menores e que ficam em contato umas com as outras. Essas regiões de contato são onde ocorre atividade vulcânica, ter-

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

remotos etc. O Brasil está na placa sul-americana e a África na placa africana.

– Nossa, vovô. Só de pensar que isso tudo acontece o tempo todo sob os nossos pés, nossas casas... é assustador e, ao mesmo tempo, magnífico e fascinante. – diz a menina fascinada e, também, preocupada.

Olívia estava achando tudo incrivelmente interessante, pois, pelo que se lembrava das aulas de Ciências, a Terra apenas se movimentava em torno do sol, nunca que poderia imaginar que, por dentro do planeta, pudesse haver tantas movimentações.

– Vô Tonho, como é que os geólogos pesquisam essas camadas do interior da Terra?

– Os geólogos são os profissionais pesquisadores que estudam os processos de formação da Terra, fazem furos na crosta terrestre e inserem sondas capazes de colher informações como: temperatura e composição das rochas. Há especializações na área da geologia, que estudam questões específicas como essas: a geofísica (estuda os aspectos físicos da Terra) e a geoquímica (estuda os aspectos químicos da Terra). A crosta terrestre, camada mais externa de todas, varia de acordo com a superfície, sua espessura vai de 5 a 10 km de profundidade na crosta oceânica e de 25 a 50 km na continental, podendo chegar a até 100 km em áreas de montanhas como a cordilheira do Himalaia. Essas sondas identificaram uma variação de 30 a 40 °C a cada quilômetro de profundidade, porém a estimativa da temperatura, de camadas mais profundas, é feita através de parâmetros como pressão, densidade, composição, dentre outros. Essas movimentações no interior do planeta influenciam as placas sólidas, chamadas tectônicas, que se apoiam no manto pastoso, assim como o açúcar em cima de um mingau, e foi essa

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

movimentação que gerou a separação do supercontinente Pangeia. Até hoje as placas continuam o movimento com uma estimativa de velocidade de 2 a 3 cm ao ano. – responde o avô.

– Tudo isso é muito impressionante! – diz Olívia.

– Sim, é sim! – responde vô Tonho, todo empolgado, e continua:

– Além da separação dos continentes, fenômenos como: terremotos, vulcanismo e formação de montanhas são causados por essas movimentações.

– Como assim? – pergunta Olívia.

– Por exemplo: se duas placas sob o oceano, se afastarem uma das outras, acontecerá a formação de uma nova crosta oceânica, pois haverá o resfriamento nas camadas mais quentes que antes eram fluidas, mas que agora se solidificarão formando a nova crosta; é como colocar um chocolate derretido na geladeira. Por outro lado, se houver colisão entre duas placas, elas irão gerar grandes alterações, pois a placa mais antiga, fria e pesada, mergulha sob a placa mais nova, o que gera grande atividade vulcânica em áreas oceânicas, com formação de cadeias de montanha no continente, mais conhecidas como cordilheiras. – explica Vô Tonho.

– Caramba! Quantas informações! Quando foi que o você aprendeu sobre tudo isso? – pergunta Olívia, com grande orgulho de seu avô.

– Apesar de amar minha profissão, como médico, nunca deixei de estudar sobre coisas que me interessavam. Sempre fui apaixonado pela natureza desde muito pequeno, mesmo quando eu era menor do que você agora. Naquela época, não tínhamos a facilidade de acesso a informações de forma instantânea, com o uso da *internet* ou *smartphones*. Eu lia livros inteiros sobre os assuntos na biblioteca da cidade em que cresci, mas, ultimamente, eu tenho recorrido

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

também à internet e muito aos amigos especialistas, como geólogos, antropólogos, biólogos. – finaliza ele, e Olívia lhe faz um pedido:

– Vô Tonho, você pode me levar a uma biblioteca?

Vô Tonho dá uma grande gargalhada e responde:

– Será um imenso prazer, minha querida. As bibliotecas sempre fizeram parte da minha vida!

Olívia retruca:

– Mas vovô, ainda não consigo acreditar em como é que você conhece todas essas coisas, que não têm nada a ver com Medicina?

– Olívia, você já esqueceu que eu estou aposentado? – responde vô Tonho.

– Mas o que isso tem a ver com a minha pergunta? – questiona Olívia.

– Ora! Eu tenho muito tempo! – diz o vovô e complementa:

– Eu estou atualmente lendo muitos livros sobre evolução e estou gostando de ler sobre a dispersão da espécie humana no mundo. Era um assunto que sempre me chamou a atenção, mas por conta da medicina eu nunca tive muita oportunidade de estudar, como estou fazendo hoje. O livro que estou lendo atualmente chama-se *O que é evolução*, de Ernst Mayr. É um livro fantástico e de fácil compreensão, principalmente por ele ser um cientista de primeiríssima linha que decidiu escrever sobre evolução para pessoas não especialistas, como eu. O Dr. Mayr dedicou a sua vida para compreender o processo evolutivo.

– Legal! Você voltou a estudar. Portanto, é um estudante como eu. – diz, divertida.

– Olívia! Na realidade eu nunca parei de estudar e aprender. Nós devemos manter o nosso espírito aberto o tempo todo para ouvir, ler, aprender novas coisas e para compreender melhor o mundo que nos cerca. – responde o avô.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Puxa! Eu nunca tinha pensado dessa maneira. Parece que a gente tem de estudar só por causa da escola!

– Não, Olívia! Os estudos são necessários para o seu desenvolvimento pessoal. Quanto mais aprender sobre todas as coisas, melhor você estará preparada para enfrentar a vida de forma consciente e clara. – conclui o avô.

Olívia ficou, de repente, novamente pensativa e, em seguida, disparou uma nova pergunta.

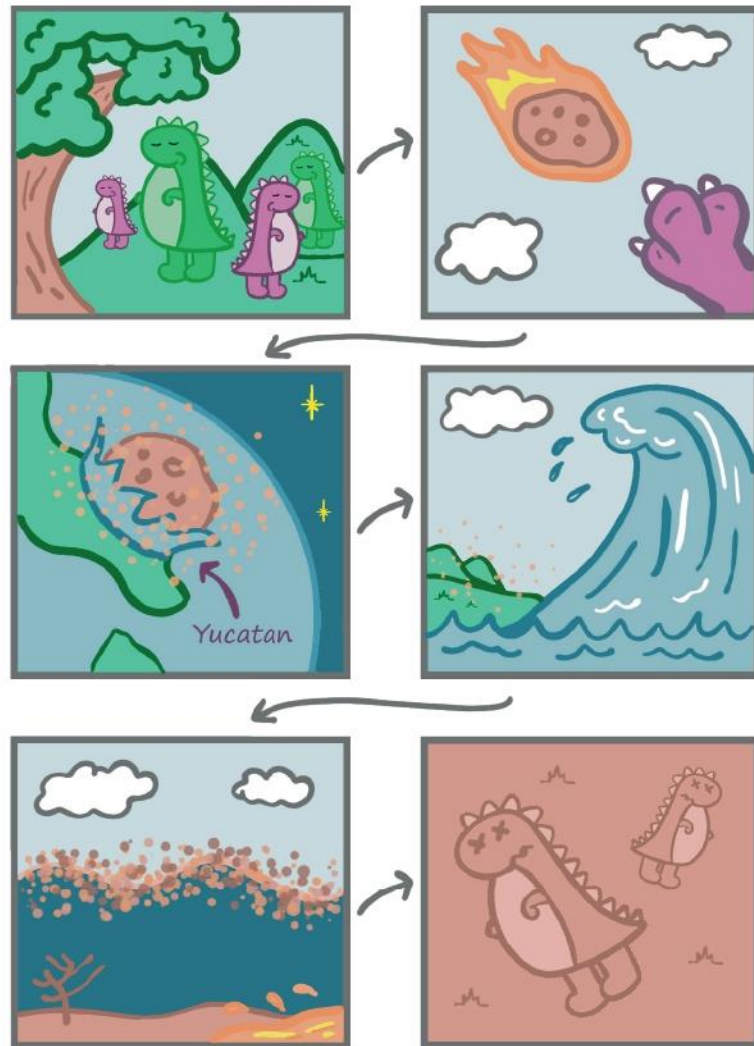
– Vovô, por que não há mais dinossauros no nosso planeta?

– Ah! – exclama vovô Tonho – É porque eles foram extintos há 65 milhões de anos...

– Extintos como?! – interrompe Olívia.

– Há cerca de 65 milhões de anos, nosso planeta foi atingido por um grande asteroide de 10 km de diâmetro, que atingiu o México na região hoje conhecida como Península de Yucatán, onde fica a cidade de Cancún. Há uma cratera de 180 km de diâmetro na região de Chicxulub. O impacto, além de abrir a cratera, liberou uma quantidade enorme de energia correspondente a várias bombas atômicas, provocando tsunamis e levantando uma enorme quantidade de poeira cósmica que cobriu o planeta, fazendo com que parecesse noite durante um longo tempo, o que dificultou, assim, a fotossíntese, afetando todos os animais herbívoros e, por consequência, também, os carnívoros, que dependiam dos herbívoros. Houve uma baixa na temperatura da Terra e os dinossauros, por serem grandes e serem animais de sangue frio, não conseguiram se aquecer o suficiente, sucumbindo.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda



Apenas animais pequenos sobreviveram, e os pequenos mamíferos, por serem capazes de controlar a temperatura corporal, sobreviveram bem e se proliferaram. Insetos e pequenos lagartos sobreviveram, provavelmente, por encontrarem abrigos apropriados em

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

pequenos nichos. Os geólogos dizem que o forte impacto na região de Chicxulub explica também a enorme quantidade de áreas com cavernas e rios subterrâneos que se formaram na Península de Yucatán após o impacto: os chamados cenotes, hoje muito procurado pelos turistas para visitaço. – explica o avô.

– Ainda bem que nós, os humanos, ainda não existíamos naquela época! – diz Olívia, aliviada.

– É verdade! – concorda vô Tonho.

– Os dinossauros eram mesmo azarados! – diz a menina, entre divertida e chateada, afinal eles foram extintos, e continua:

– Eles levaram um susto enorme quando os continentes se separaram e, novamente, com a queda do asteroide que acabou com eles.

Olívia questiona:

– Você disse que isto ocorreu há 65 milhões de anos não é mesmo?

– Sim, isso mesmo. – responde vô Tonho.

– Como é que os cientistas sabem que isto ocorreu há exatamente 65 milhões de anos? – Olívia indaga, curiosa.

– É um pouco complicado de entender, mas vou tentar simplificar. – Vô Tonho bebe um pouco de água e coça a cabeça, pensando em como simplificar uma técnica tão complexa de se entender, mas continua:

– Há vários métodos utilizados pelos cientistas, mas o mais comum é o da dataço radioativa, que permite estimar a quantidade de tempo já passado em relação ao dia de hoje. O método se baseia na existência de elementos químicos instáveis, que naturalmente se transformam em outros e são também conhecidos como isótopos radioativos que tem um tempo característico para decair. Por exemplo: o Carbono-14 leva 5.730 anos para que a sua radioatividade caia para a metade e se transforme em Nitrogênio-14 (não radioativo). Ele levará outros 5.730 anos para cair à metade novamente e assim

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

por diante. Assim, os cientistas podem estimar o tempo passado, analisando a proporção existente entre o C14 e N14 da amostra analisada. O C14 é utilizado para avaliar tempos passados mais recentes. Para avaliar tempos passados mais longos, utiliza-se o potássio 40, com meia-vida de 1,25 bilhão de anos ou o urânio 238, com 4,47 bilhões de anos. – finaliza o avô.

Devido ao cansaço das atividades no final de semana, Olívia acabou adormecendo amarrada ao cinto de segurança. Ao chegar em casa, vô Tonho estacionou o carro na porta de casa e chamou Olívia para entrar. Toda a família já havia chegado, então percebeu que viera dirigindo devagar do decorrer da longa conversa com sua neta. Olívia abraçou Zilma, sua mãe, que preparou uma sopa rápida e todos foram descansar, devido ao adiantado da hora.

O sol já brilhava quando Olívia acordou. Ela se sentia revigorada após as nove horas de sono, mas percebeu que estava ansiosa com alguma coisa, enquanto tomava o seu banho. “Ainda bem que as minhas aulas são no período da tarde”, pensou em um determinado momento.

Ao descer para a cozinha, encontrou o seu avô conversando com sua mãe, que havia preparado o café da manhã para todos.

– Bom dia! – falou uma animada Olívia.

– Bom dia! – foi a resposta de todos na cozinha.

– Cadê o resto da turma? – Pergunta Olívia.

– Seus tios e primos já viajaram e deixaram um beijinho para você. – disse sua mãe, enquanto preparava seu pão na chapa.

Os tios e primos de Olívia tinham vindo do interior para passar o final de semana com eles no hotel-fazenda.

– Que pena! – Olívia se ajeita na cadeira e começa a tomar seu café da manhã.

<< Sumário

Capítulo 3

A origem dos homens

Com uma sensação de ansiedade misturada com curiosidade, Olívia puxa assunto com seu avô.

– Vô Tonho! – diz Olívia.

– Sim, querida!

– Ontem, você disse que os continentes se separaram na época dos dinossauros e que, naquela época, já havia alguns pequenos mamíferos, mas os humanos ainda não tinham aparecido no nosso planeta. É isso mesmo? – pergunta Olívia.

– Sim, é isso mesmo. – responde o avô – Vejo que você se interessou pelo assunto.

– É verdade, me interessei muito, mas ainda tenho muitas dúvidas: Quando, onde e como os humanos surgiram no nosso planeta?

– Olívia, é importante que você entenda, antes de tudo, que o surgimento dos humanos envolve espécies muito diferentes de nós. Você se lembra que conversamos ontem sobre como os dinossauros poderiam se diferenciar um dos outros, a ponto de originar novas espécies? – indaga vô Tonho.

– Sim! Eu mesma já havia concluído que os dinossauros brasileiros poderiam ser diferentes dos africanos, depois do afastamento dos continentes, embora tivessem tido a mesma origem comum. – responde Olívia.

– Então! Você acabou de dar a resposta à sua pergunta de como os humanos apareceram! – afirma o vovô.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Como assim? – pergunta Olívia, intrigada.

– Com os humanos não foi diferente! Eles também foram se desenvolvendo por caminhos diversos, a partir de um ancestral comum, tal qual os dinossauros, mas certamente conduzidos por pressões ambientais diferentes no continente africano. Veremos que, na história natural da evolução humana, vamos encontrar muitas espécies de homínídeos que hoje já não existem mais. Mas, para a nossa sorte, temos as evidências: fósseis que ficaram registrados nas rochas sedimentares do planeta Terra. – diz ele.

– Uau! É mesmo! Eu já havia ouvido falar de uma tal Lucy, um fóssil que parece ter sido nosso ancestral. É isso mesmo, vovô? – pergunta Olívia.

– Isso! Ela foi encontrada na Etiópia, em 1974, perto da Somália. Era um esqueleto quase completo de uma mulher, com a estimativa de aproximadamente 30 kg de peso e 1,5 m de altura e que viveu cerca de 3,2 milhões de anos atrás. Dizem que esse nome, Lucy, foi dado porque a equipe que a descobriu, a do pesquisador Don Johanson, comemoraram a descoberta executando a canção dos Beatles “Lucy in the Sky with Diamonds”. Estima-se que essa espécie, hoje conhecida cientificamente como *Australopithecus afarensis*, tenha vivido de 3,8 até 3 milhões de anos atrás. As evidências fósseis dos primeiros homínídeos, correspondem a fósseis de cerca de 7 milhões de anos atrás e no continente africano, muitos milhões de anos depois da extinção dos dinossauros na Terra.

– Se os dinossauros foram extintos há 65 milhões de anos e os primeiros homínídeos surgiram somente há 6 milhões de anos, significa que o processo de evolução levou cerca de 60 milhões de anos, após a extinção dos dinossauros, para que os homínídeos surgissem no nosso planeta. É isso mesmo, vovô?

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Vô Tonho responde:

– Certíssima! – diz, impressionado com o acerto na contagem do tempo e a conclusão da neta. Ele estava tão feliz com Olívia que chegou a pensar “eu estou é ficando um vovô coruja!”. Mas nada disse para ela naquela hora.

– Nossa! Essa tal de evolução tem é muita paciência para fazer as coisas! – fala Olívia cheia de certeza.

Vovô Tonho solta uma gostosa gargalhada com o comentário de Olívia e diz:

– Você tem razão, Olívia, os processos evolutivos são realmente muito lentos. São necessários milhares ou mesmo milhões de anos para que um conjunto de características se modifique em cada população ao ponto de gerar espécies distintas.

Vô Tonho continua:

– Os fósseis humanos mais antigos foram encontrados e continuam a ser encontrados no continente africano, sugerindo que de lá os humanos se desenvolveram e se espalharam para o resto do mundo. Fósseis humanos também foram encontrados fora do continente africano, mas nunca se encontrou nenhum mais antigo que os da África.

Olívia diz:

– Então, vovô, você está dizendo que os humanos surgiram mesmo na África?

– Sim Olívia! É isso mesmo.

– Que legal! Isto quer dizer que temos parentes longínquos na África! Quem diria!?

Olívia já havia acabado seu café da manhã, e ambos foram para a sala de estar. Ela ainda tinha algumas horas antes do seu horário de escola.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Vovô! você pediu para lembrar do mapa da Pangeia.

– É verdade Olívia! Obrigado pela lembrança! Eu já tinha esquecido! Vou pegá-lo no quarto e volto já!

Minutos depois, vovô volta para a sala trazendo vários livros e começa mostrando o mapa da Pangeia:

– Veja Olívia, o aspecto da Pangeia deveria ser algo assim. Todos os continentes estavam unidos em um único bloco, formando um supercontinente.

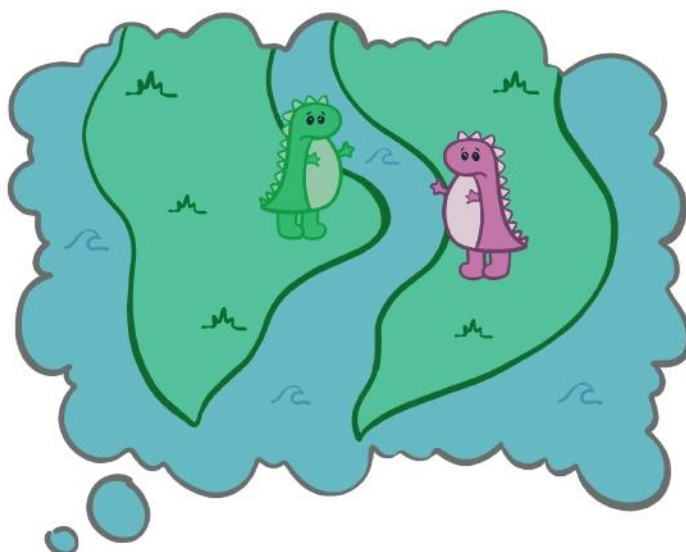


– Que legal, na figura dá para reconhecer o Brasil! Era um “continentão”, vovô! – exclama Olívia toda empolgada.

– Nessa época, os dinossauros já povoavam o nosso planeta, assim como as plantas. Lembra-se disso, Olívia?

– Sim, vovô! Você até falou que os dinossauros levaram um susto danado quando os continentes começaram a se separar!

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda



– Eu até imaginei uma cena, na hora que conversamos sobre isso, onde dois dinossauros estavam se separando, um pelo lado da África e o outro pelo lado do Brasil, olhando assustados um para o outro e com uma cara de que não estavam entendendo nada! Uma cena triste. – relata Olívia.

– Olívia, se um dia você fizer um vídeo explicando toda essa história que estamos conversando, pode incluir uma cena dessas. – comentou o avô.

– Vídeo?

“É, parece uma boa ideia”, Olívia pensa e continua:

– Vou pensar no assunto, vovô! – responde ela, sem grandes convicções. Afinal, não sabia nada sobre como fazer vídeos.

– Então, Olívia, quando a deriva continental se iniciou, separou os dinossauros, mas separou também todos os outros animais e plantas existentes. Como já conversamos ontem, o longo tempo

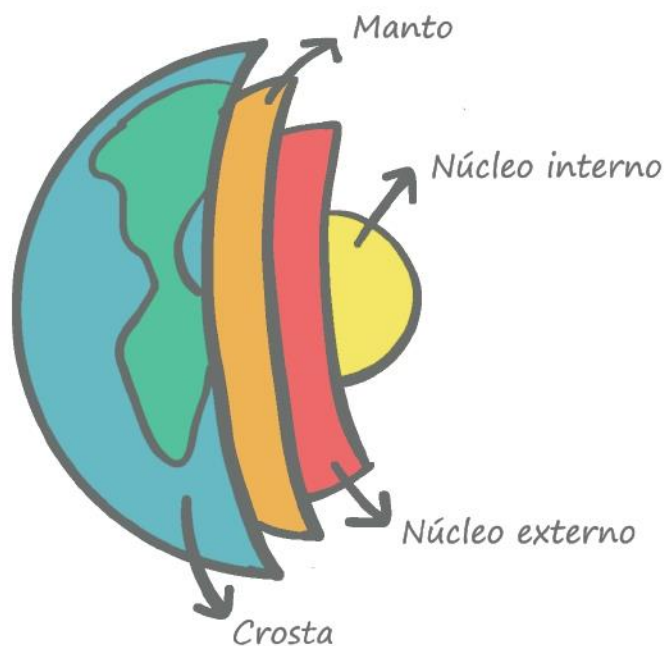
Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

de separação entre as espécies dos grupos africano e sul-americano permitiu que eles fossem, aos poucos, se diferenciando. A mesma coisa aconteceu com os peixes africanos e brasileiros. Eles tiveram a mesma origem, mas se diferenciaram uns dos outros aos poucos. Apesar disso, são todos muito parecidos. Todas as famílias de peixes da África são encontradas também no Brasil. Não é curioso e interessante? – questiona o vô Tonho.

– Sim! – responde Olívia – Eles mantêm até hoje um grau de parentesco entre si.

– Olívia! Olhe esta outra figura! Agora você vai entender melhor por que os continentes puderam sair “passeando” pelo planeta como você disse no outro dia!

Vô Tonho explica:



Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

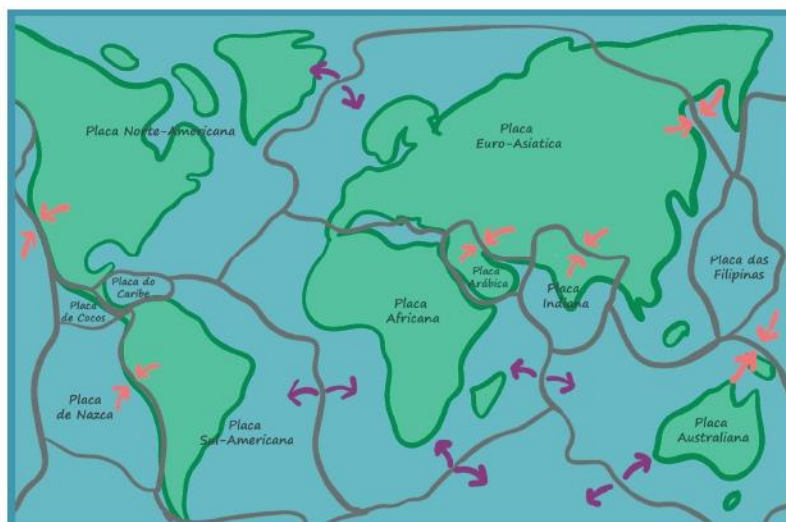
– O centro da Terra tem uma parte sólida em função das altas pressões sofridas, mas também há uma parte mais externa que, por conta das altas temperaturas, torna-se pastosa. Assim, a crosta terrestre parece uma casquinha frágil boiando sobre magma pastoso!

– Ih! É mesmo! – diz Olívia.

E vô Tonho continua:

– Agora, olhe para este outro mapa, já com os continentes separados! Houve fraturas na crosta terrestre e formaram-se as grandes placas tectônicas que comentamos ontem. As flechinhas mostram pontos onde as placas estão se chocando ou se afastando.

– É mesmo! E isso ocorre por todo o mundo. – Diz Olívia.



■ Placas (convergentes) se chocando ocorrendo a formação de cadeia de montanhas, quando continentais, e arcos vulcânicos, quando oceânicas.

■ Placas (divergentes) se afastando ocorrendo o aumento da crosta oceânica.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– É mesmo! E isto ocorre por todo o mundo. – diz Olívia.

– E preste atenção nas placas indo-australiana e euroasiática: elas estão se chocando na região ao norte da Índia.

– Sim, eu estou vendo. – responde ela.

– A consequência disso foi a formação da Cordilheira Asiática, onde estão as cadeias de montanhas do Himalaia e o pico Everest. Uma das placas mergulha por baixo e eleva a outra, formando as montanhas.

– Então é assim que se formam as montanhas! Quem diria!

“Tudo isso está fazendo sentido”, pensou Olívia. Em seguida, continua o seu avô:

– Agora, preste atenção na placa de Nazca e na Sul-americana: elas também se chocam. E quero saber se você é mesmo esperta: Qual foi a consequência desse choque na América do Sul? – o avô pergunta para a neta.

– A formação da Cordilheira dos Andes! – responde Olívia com firmeza, dando pulos de alegria por ter compreendido de imediato.

– Bravo! – grita vovô Tonho, todo feliz!

– Essa foi fácil vovô! A Cordilheira dos Andes fica bem na costa oeste da América do Sul, e pertinho da área de contato entre as duas placas. Vovô muito sorridente pensou: “Essa moleca é danada de esperta!”, mas não falou nada para Olívia.

– Olívia! Está chegando a hora de ir para a escola. – lembra vovô Tonho.

– Ih! É mesmo! – e ela sai correndo para se vestir para a escola.

Vovô Tonho guarda os livros e vai para a cozinha, onde a mãe de Olívia está preparando o almoço.

– O que foi que você falou para a Olívia? Eu nunca a vi tão empolgada para saber tanto das coisas como ela está agora. – comenta a mãe de Olívia.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Eu não sei! Conversamos muito durante a viagem de volta para a casa ontem. Ela parecia muito preocupada com a retirada da mata em volta do hotel-fazenda onde estivemos e ouvíamos música, mas, lá pelas tantas, ela começou a perguntar sobre dinossauros.

– Ah! Sobre os dinossauros eu acho que sei o porquê do interesse.

– Sabe mesmo? – pergunta o vovô, intrigado.

– Acho que sim! Alguns dias antes de viajarmos eu e Olívia assistimos a um documentário sobre fósseis de dinossauros que estavam sendo desenterrados e eram enormes. Ela parecia interessada!

E o avô, surpreso:

– Ah! Então foi isto! Olívia não me falou nada, mas agora faz sentido todo o seu interesse. Ela realmente estava ansiosa sobre este assunto. Olívia é uma garota muito esperta. Parece ser uma pessoinha que, ao receber informações, consegue avaliar a sua qualidade e, ao analisá-las, se fizer algum sentido, ela tira suas próprias conclusões. Poucas crianças na idade dela conseguem fazer isso com destreza. Ela está muito bem nesse aspecto. Muitos adultos têm também dificuldades em associar fatos e ideias dentro de um contexto.

– Que bom! – diz a mãe – Ela é realmente uma criança muito interessada em conhecer as coisas, além de ser muito observadora, porém, desta vez, está muito mais empolgada que o normal.

– Eu estou pronta! – Olívia entra na cozinha, falando alto e com a mochila nas costas – O ônibus escolar já chegou, vovô! Eu ainda preciso conversar muito com você.

– Sim, Olívia!

E ela, ainda empolgada:

– Prometa não ir embora antes de eu voltar da escola!

– Sim! Fique tranquila, pois eu planejei ficar mais alguns dias para cuidar de alguns assuntos.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Eba! – gritou Olívia, toda feliz, e logo questionando: – Mas que assunto são estes, vovô, posso saber?

– Olívia! Deixe de ser enxerida! Deixe seu avô em paz! – fala sua mãe.

– Não há nenhum segredo, não! – diz carinhosamente o avô – Você se lembra que ontem eu disse que estava interessado em conhecer mais sobre o processo de evolução dos humanos no planeta Terra?

– Sim! Eu me lembro, sim! E você estava estudando esse assunto e tinha se tornado estudante novamente! – ri Olívia – Mas também prometeu que conversaria sobre isso comigo!

– Pois é, Olívia! Eu vou me encontrar com alguns amigos geólogos, antropólogos, biólogos e geógrafos que estão estudando sobre a preservação de povos nativos para a compreensão do modo como nós humanos povoamos todo o planeta, a partir da África. Vou até lá para me inteirar das novidades. Eu até sei que eles estão planejando uma viagem à África para o ano que vêm. – finaliza vó Tonho.

– Que sorte a deles! Poderem ir à África, que inveja! – diz Olívia.

– Além disso, eu tenho de fazer compras a pedido de sua avó! Se eu chegar no sítio sem as compras, estarei encrencado!

– O ônibus! – lembrou Olívia e saiu correndo, mas retornou imediatamente e sapecou um monte de beijos na bochecha do seu avô. Só então, foi feliz pegar o ônibus que já a esperava.

A avó de Olívia não pôde vir junto com o avô desta vez, pois alguém tinha de cuidar do sítio onde moram. Justo neste final de semana, nasceu a netinha do caseiro, que teve de viajar para a outra cidade para conhecê-la.

No ônibus, Olívia contava, muito animada, as conversas que tivera com seu avô! Tãmanha era a animação dela, que mesmo as crianças sentadas mais distantes começaram a se interessar pelo assunto e ficavam quietas para poder ouvir. No ônibus, só se ouvia a voz de Olívia.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Chegamos! – diz Carlão, o motorista da escola.

A algarra toma conta do ambiente e todos se movimentam para descer. Lá pelas tantas, ouve-se voz de alguém.

– Olívia, temos de continuar esta conversa! – fala um colega de classe.

– É mesmo! – responde outro, mas Olívia não ouviu.

Após uma breve pausa para todos entrarem em sala de aula, a falação e algarra continua animada, com Olívia no centro da turma, falando sem parar.

– O que é que está acontecendo aqui? – pergunta a professora, ao entrar na sala – Vocês estão mais animados hoje!

– É o avô da Olívia com suas histórias! – gritam quase todos ao mesmo tempo!

– O avô da Olívia é um contador de histórias? – pergunta a professora.

– Sim! – respondem algumas crianças.

– Então, podemos convidá-lo para vir aqui algum dia para contar suas histórias. Parecem ser interessantes! – completa a professora.

Ao ouvir isso, Olívia sorri feliz e pensa que é bem capaz de ele gostar dessa ideia, mas permanece quieta.

Em seguida, a professora inicia a aula:

– Bem, minha gente, hoje vamos conversar um pouco sobre a história do Brasil no período colonial! Naquela época...

A aula continua sem interrupções até a hora do recreio, e o dia passa rápido para todos.

Enquanto Olívia estava na escola, vovô Tonho visita a universidade para rever seus colegas e para saber das novidades que eles tinham para contar sobre a evolução dos humanos e sua dispersão. Afinal, eles eram os especialistas.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Conforme combinado, eles estavam lá reunidos especialmente para conversar com vô Tonho, que havia se tornado um amigo. Estavam presentes o Brucutu, apelido recebido pelo geólogo do grupo, assim chamado em função de um personagem antigo de história em quadrinhos, que era o homem das cavernas; a Joana, uma antropóloga muito simpática e delicada, conhecida carinhosamente no grupo como Jô; Maria, uma geógrafa muito alta que parecia ter o dobro do tamanho de Jô, reconhecida por sua enorme capacidade de trabalho e sempre muito firme em suas argumentações, e finalmente o biólogo Arthur, aquele tipo boa gente que não se estressa por qualquer coisa e que se veste com simplicidade, sempre usando uma camiseta leve e folgada e, quase sempre, de sandálias ou chinelos.

Ao entrar na sala combinada, todos se levantam para cumprimentar vô Tonho!

– Que bom vê-lo novamente doutor Antônio! Você parece estar muito bem! – diz Brucutu.

– É verdade! – diz Maria, dando um forte aperto de mão.

– Olá! – diz Arthur, de longe, já que a sala pequena o não deixava sair do canto.

E assim, falam eles:

– Nós temos novidades para você.

– Que bom! – retruca vô Tonho – Espero que sejam boas!

– Oi doutor Antônio! – diz Jô, com uma voz suave – Estávamos com saudades! A pandemia não deixou você sair do sítio por muito tempo, não foi?

Vô Tonho responde:

– Sim, foi isso mesmo, Jô! Só saímos da toca depois que tomamos todas as doses da vacina, incluindo as de reforço!

– Vocês fizeram muito bem! Se todos pensassem assim, teríamos evitado muitas mortes aqui no Brasil. Infelizmente, não foi isso o que

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

aconteceu! – diz Jô, indignada – Por favor, doutor Antônio, sente-se aqui e sirva-se do café, chá e biscoitos que providenciamos.

– Obrigado, Jô! Quanta gentileza! Não precisava! – diz vovô Tonho.

– Precisava, sim! – responde Arthur, lá do canto – O chá da Jô e o café da Maria são sensacionais!

– Então, os marmanjos estão explorando as mulheres? É isso? – provoca vovô Tonho.

– Não, doutor Antônio! – diz Maria calmamente! – Eu e a Jô não deixamos, não! Os meninos é que providenciaram os biscoitos desta vez! Não sei onde eles compraram, mas são deliciosos, sirva-se à vontade.

– Então, é assim que as coisas funcionam aqui? – pergunta vovô Tonho, em tom de brincadeira, e os homens balançam a cabeça, confirmando.

Todos riem e a reunião começa. Ao longo de quase 5 horas, com breves interrupções, muitas coisas foram esclarecidas, mas foi necessário combinar uma nova reunião, outro dia, para resolver algumas questões que ficaram por debater.

Ao chegar em casa, vovô Tonho encontrou Olívia, já de banho tomado, após voltar da escola. Ela estava visivelmente ansiosa para conversar e, tão logo o viu, perguntou se poderiam conversar sobre a origem dos humanos, na qual ela tanto estava interessada.

– Olívia, depois do meu banho! Pode ser? – pergunta o avô.

– Depois do banho e do jantar! – complementa a mãe de Olívia, que escutava a conversa.

– Tá bom! – respondeu Olívia, resignada.

O jantar transcorreu normalmente e eles degustaram uma carne ensopada, cozida com batatas, cebola e agrião, que Olívia adorava comer acompanhada de um arroz soltinho, que só sua mãe parecia

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

saber fazer. Na mesa, havia ainda uma deliciosa e colorida bandeja de salada de onde todos se serviram.

Terminado o jantar, Olívia pergunta educadamente se poderiam conversar:

– Sim! – responde vô Tonho – Vamos para sala, conversar sentados no sofá, que é mais confortável. Em seguida, a mãe de Olívia diz:

– Sim! Façam isso que eu levo cafezinho e doce de leite para vocês!

– Obrigada, mãe! – diz Olívia, já entrando na sala.

– Como foi o seu dia na escola? – pergunta vô Tonho para Olívia, e ela empolgadíssima:

– Foi muito divertido! Eu contei para os meus colegas um monte de coisas que eu aprendi com você ontem, durante a viagem de volta. Eles adoraram e querem conhecê-lo. – e continua – Ah! A minha professora ouviu parte de uma das histórias e disse que você deve ser um bom contador que iria convidá-lo um dia para contar histórias na minha turma. Você vai? – pergunta Olívia.

– Olívia, eu posso pensar! – diz vô, surpreso – Eu moro no sítio, preciso me planejar.

– Tá bom! – diz Olívia, achando que vô Tonho não gostou muito da ideia. Mudando de assunto, pergunta: – Como foi o seu dia na universidade? A mamãe disse que você foi visitar alguns amigos por lá.

Vô Tonho responde:

– Fui sim, Olívia! Eles fazem parte de uma equipe de pesquisa e trabalham juntos há alguns anos já. Nesse grupo, todos me chamam de doutor Antônio, pelo fato de eu ter cerca de 20 anos a mais do que eles e por ter sido médico. O primeiro encontro que eu tive com eles foi há 10 anos, quando eu fui à universidade em busca de informações sobre a evolução humana. Chegando lá, encontrei, por

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

acaso, esse mesmo grupo reunido em uma sala, discutindo um projeto que havia sido aprovado naqueles dias pelas agências financiadoras.

– O que são agências financiadoras? – pergunta Olívia, curiosa.

– Agências financiadoras são agências financeiras de apoio à pesquisa, que podem ser federais, ou seja, pertencer ao Estado brasileiro – como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) –, mas que podem ser também estaduais ou particulares. Todas têm a função de apoiar financeiramente o desenvolvimento da pesquisa no Brasil. Elas dão dinheiro para a pesquisa e, muitas vezes, bolsas de estudos para estudantes. Ao fazer isso, eles estimulam o desenvolvimento de pesquisas, ao mesmo tempo em que capacitam pessoas para o trabalho científico, treinando estudantes que poderão se tornar pesquisadores no futuro.

– Que legal! Acho que eu entendi. – diz Olívia. Assim, vô Tonho prossegue:

– Então, Olívia, no dia em que eu me encontrei com o grupo, 10 anos atrás, eles estavam eufóricos com a possibilidade de poder desenvolver o projeto. Tinham acabado de receber a notícia de que uma das agências havia aprovado o projeto apresentado por eles e que haveria dinheiro suficiente para desenvolvê-lo por pelo menos cinco anos. A minha chegada naquele dia foi só uma grande coincidência. Eu estava procurando conhecer, por conta própria, coisas semelhantes às que eles tinham planejado realizar na pesquisa deles, e isso impressionou muito o grupo. Eles também não sabiam as coisas que eu queria saber e, por isso, tinham elaborado o projeto que daria a eles as condições de estudar e descobrir um pouco da história dos humanos. Com a aprovação do projeto, eles tiveram a oportunidade de iniciar os estudos e, por isso, estavam programando ir à África para continuar suas

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

investigações. O projeto deu tão certo que está sendo renovado continuamente a cada cinco anos.

– Que sorte a deles poderem ir à África! – exclama Olívia.

– Por conta disso, e apesar de eu não pertencer à universidade e não ter contato diário com o meio acadêmico, eles me aceitaram no grupo como uma espécie de talismã – comenta vô Tonho – Eles disseram que a minha curiosidade era genuína e que eu estava até muitíssimo bem-informado, considerando que eu não era nenhum especialista. Eles disseram ainda, naquela época, que era raro encontrar alguém como eu, tão interessado em ciência pelo puro prazer de conhecer as coisas que acontecem na natureza e, principalmente, por eu me dedicar tanto aos estudos, mesmo sendo um médico aposentado. Confesso que, na época, eu fiquei até um pouco lisonjeado com os elogios.

E Olívia espevitada:

– Eu também acho o mesmo! Eu acho você incrivelmente interessante e inteligente, vovô. – diz Olívia, orgulhosa, levantando-se para dar um beijinho no avô e aproveitando para ficar juntinho dele.

– Obrigado por tanto carinho! Assim vou ficar emocionado!

Vô Tonho, já com os olhos úmidos, abraçou a neta e em seguida disse:

– Olívia, desde então, embora eu não trabalhe oficialmente com o grupo, eles me mantêm informado sempre que podem. Uma amizade fraterna e de respeito mútuo se estabeleceu entre nós.

Olívia aproveita a deixa e pergunta:

– Então que tal você já ir treinando? Podemos conversar sobre a origem dos humanos, vovô?

– Sim, minha flor! – responde vô Tonho. Olívia sempre gostava quando seu avô a chamava de flor. Ela achava que era uma forma muito carinhosa de se referir a ela, e era!

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Bem, Olívia. Você se lembra que conversamos sobre os ancestrais dos dinossauros e os nossos ancestrais humanos também?

– Sim! Os nossos ancestrais foram se modificando aos poucos e, ao longo do tempo, ficaram tão diferentes que novas espécies surgiram. Foi isso o que eu entendi! É isso mesmo? – pergunta Olívia.

– Sim! É isso mesmo, Olívia. Você já entendeu bastante bem como essas coisas podem ter acontecido. Vamos agora procurar entender, através de exemplos conhecidos, como é que essas pequenas alterações ocorridas ao longo do tempo, em uma determinada população de uma espécie em estudo, podem ir se acumulando a ponto de originarem espécies distintas.

Capítulo 4

Chimpanzés, bonobos, humanos e o rio Congo

– Com o desenvolvimento de novas tecnologias na biologia, associado a computadores velozes capazes de processar uma enorme quantidade de informações simultaneamente, tornou-se possível conhecer o genoma humano. – diz vô Tonho.

– O que é genoma? – pergunta Olívia, interrompendo o avô.

– Genoma é a informação hereditária que está codificada no DNA de cada ser vivo, incluindo a nossa espécie humana, e que é passada de uma geração a outra. Esse nome vem de gene, que são partes do DNA que conferem as características aos seres vivos. O genoma, então, é o conjunto de genes de um ser vivo em particular. Assim, filho de cachorro, cachorrinho é; filho de peixe, peixinho é, e se a gente plantar semente de feijão, vai dar feijão, e não uma abóbora. As informações contidas no DNA desses organismos é que garantem a hereditariedade de cada espécie. Portanto, nós humanos, herdamos algumas características dos nossos pais. Isso explica porque um filho pode parecer muito com a mãe, ter a altura do pai e herdar o jeito de andar característico do avô, e assim por diante.

– Ah! Obrigada, acho que eu entendi! – diz a menina.

– Então, Olívia, quando os cientistas se fizeram a mesma pergunta que você fez para mim, interessada em saber como é que foi o processo de evolução gradativa dos nossos ancestrais até chegar aos dias de hoje, eles procuraram estudar, além dos fósseis, o ge-

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

noma das espécies vivas e próximas aos humanos, como os grandes macacos, para tentar conhecer o grau de parentesco existente entre todos, procurando comparar as semelhanças e diferenças existentes no DNA. Esse tipo de estudo é conhecido como genômica comparada. – finaliza vô Tonho.

– Interessante isso tudo! Agora é que fiquei mais curiosa ainda. – diz Olívia.

Vô Tonho continua falando:

– Como resultado de um esforço internacional, são conhecidos o genoma dos humanos (concluído em 2004), dos chimpanzés (2005), dos orangotangos (2011), dos gorilas (2012) e dos bonobos (2012).

– Isso quer dizer que agora, já se pode comparar os genomas deles todos, não é, vovô? –arrisca, curiosa.

– Sim! Os resultados comparativos mostraram algumas coisas curiosas como o fato de a semelhança entre eles ser bem maior do que se imaginava. – e complementa – Veja o caso dos orangotangos. O DNA deles é 97% semelhante ao nosso, e as diferenças estão só em 3% de todos os genes comparados. – finaliza ele.

– Engraçado! Se as diferenças no DNA são tão pequenas, por que nós somos tão diferentes deles? – pergunta, intrigada.

– Pois é, Olívia! Você está parecendo uma cientista! Os próprios cientistas já se fizeram as mesmas perguntas, mas eles também ainda não têm uma resposta definitiva. Continuam estudando para que talvez, algum dia, possam vir a compreender melhor. Por ora, eles podem, no máximo, elaborar algumas hipóteses para direcionar os trabalhos de pesquisa. Veja esta tabela por exemplo:

Diferenças encontradas quando o genoma das diferentes espécies é comparado com o genoma humano.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Orangotangos 3,0%

Gorila 1,6%

Chimpanzé 1,3%

Bonobo 1,3%

– Observe que os orangotangos são os mais diferentes, os gorilas um pouco mais parecidos e os chimpanzés e bonobos muito mais parecidos conosco humanos. Isto deve estar dizendo alguma coisa. O que você acha, Olívia?

– Isto têm a ver com o grau de parentesco entre nós? – pergunta Olívia.

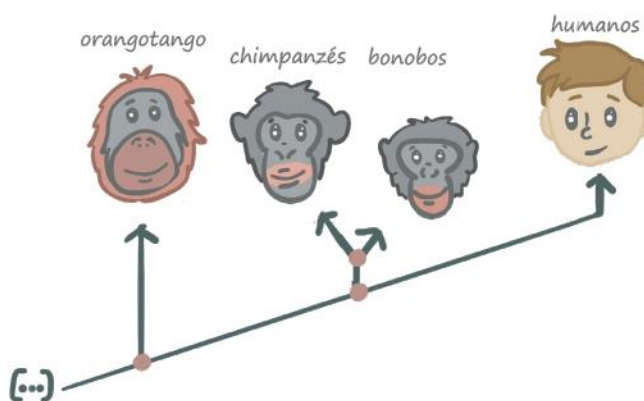
– Sim! É mais ou menos por aí. – responde o avô.

– Então os bonobos e os chimpanzés são mais próximos de nós? – pergunta Olívia, cada vez mais curiosa.

– Sim! – vô Tonho concorda e continua – Ontem nós comentamos sobre a existência de ancestrais em comum, lembra, Olívia?

– Sim, sim, eu lembro! – diz, animada.

– Esses resultados comparativos sugerem, portanto, que deve haver um último ancestral comum que deu origem aos humanos, bonobos e chimpanzés. Eu vou desenhar aqui para tentar explicar para você.



Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– O que deve ter acontecido foi algo assim como eu desenhei. As espécies vinham se desenvolvendo, da esquerda para a direita, e em algum momento os orangotangos se desviaram. Esse ponto de desvio representa o último ancestral comum entre orangotangos, chimpanzés, bonobos e humanos. – finaliza vô Tonho.

– Os outros grupos permaneceram juntos? – pergunta Olívia, visivelmente interessada.

– Sim! Esse grupo deve ter permanecido junto por mais alguns milhões de anos até o ponto em que o grupo dos bonobos e chimpanzés se desviaram para um caminho próprio. Esse ponto corresponde ao último ancestral comum entre bonobos, chimpanzés e humanos. Dá para entender, Olívia? Estima-se que esse ancestral comum tenha vivido em torno de 6 milhões de anos atrás.

– Sim! Acho que estou conseguindo acompanhar o raciocínio. Enquanto isso, os humanos continuaram seu próprio caminho. É isso mesmo, vovô? – pergunta Olívia.

– Sim, Olívia! É como você disse. Enquanto os humanos seguem sua trajetória própria, essa espécie que se destacou permaneceu junta por mais algum tempo e, depois, se diferenciou em bonobos e chimpanzés. Esse ponto corresponde ao último ancestral comum entre eles. Estima-se que isto tenha ocorrido de 1 a 2 milhão de anos atrás. Os bonobos e os chimpanzés compartilham 99,6% de seus genomas. – finaliza o avô.

– O desenho que você fez ajudou muito a entender! – fala a menina.

– Que bom, Olívia! – diz o avô, feliz por ter conseguido explicar até aqui – Eu só quero te alertar e dizer que é errado pensar que os humanos são mais evoluídos do que os chimpanzés, bonobos ou mesmo os gorilas. Todos somos igualmente evoluídos! Afinal, todos os seres vivos no planeta Terra, incluindo os outros animais, plantas,

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

microrganismos, partículas virais, evoluíram até o dia de hoje e continuarão evoluindo tanto quanto os humanos. Um exemplo recente disso é o que aconteceu com a COVID, que assustou o mundo todo. As vacinas foram produzidas para combater o vírus original, mas logo em seguida variantes surgiram, obrigando os cientistas a pensarem e produzirem vacinas contra essas novas formas. Hoje, felizmente, já dispomos de vacinas bivalentes que têm conseguido evitar muitas mortes. A mesma coisa acontece com o vírus Influenza, que se modifica e nos obriga a produzir vacinas diferentes a cada ano. É por conta disso que precisamos nos vacinar contra a gripe quase que anualmente. Em seguida, o avô continua:

– Vamos, então, aproveitar o caso dos bonobos e chimpanzés para conversarmos sobre como uma espécie, o ancestral comum, pôde dar origem aos bonobos e chimpanzés. O caso dos bonobos e chimpanzés é conhecido pelos cientistas. É uma história interessante. – diz o avô.

Quando ele ia começar a contar a história, a mãe de Olívia entra na sala, trazendo o prometido cafezinho para o vovô e o doce de leite, e diz:

– Desculpem a demora, eu resolvi lavar os pratos antes.

– Mãe, eu estou aprendendo um monte de coisas com o vovô. – diz Olívia animada.

– O seu avô contou muitas histórias para mim quando eu era criança. Certamente eram histórias diferentes, mas ele sempre gostou de conversar com crianças. Foi assim comigo, com meus primos e amigos. O seu avô sempre foi um bom contador de histórias. Nós adorávamos passar um tempo com ele. Naquela época, não havia internet, nem essa facilidade que temos hoje de visualizarmos os locais quase que imediatamente! Talvez tenha sido isso que me induziu a

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

trabalhar com fotografia. Ele contava as histórias, e eu ficava imaginado como seriam aquelas situações. Um dia, comecei a fotografar cenas que tinham ficado na minha memória. Aquela foto que está no meu estúdio, e que ganhou o grande prêmio de fotografia do Salão do Rio de Janeiro, foi uma delas! Eu procurava por uma cena, quando de repente cliquei: “É isso que eu estava procurando!” – finaliza a mãe.

Depois que todos se serviram, as conversas foram retomadas.

– Nós estávamos começando a falar dos bonobos e chimpanzés, não foi, Olívia? – diz vô Tonho.

– Sim! Dos ancestrais deles. – relembra Olívia, empolgada.

Vô Tonho diz:

– Bem lembrado! Vamos lá, então! Há aproximadamente 1,5 milhão de anos, quando esse grupo vivia no Congo, havia já algumas diferenças de comportamentos entre os componentes do grupo. Alguns eram mais agressivos, e outros, mais dóceis e sociáveis. Por conta disso, eles provavelmente não se entediavam tão bem e foram naturalmente se afastando uns dos outros, embora ainda vivessem no mesmo espaço. Naquela época, o rio Congo era ainda pequeno, mas com o tempo o rio foi se tornando poderoso, com 4.700 km de extensão.

– Quanto tempo levou para passar de um riozinho para um riozão? – pergunta Olívia.

– Certamente muitos milhares de anos, se não milhões. – responde vovô.

– É muito tempo. – murmura Olívia.

– O rio Congo acabou dividindo a floresta em uma região ao norte, e outra ao sul. Essa formação acabou isolando um grupo de macacos de cada lado do rio. O grupo que ficou ao norte foram os ancestrais que deram origem aos chimpanzés, e estes tiveram que enfrentar situações mais difíceis, como: conviver com os gigantes e

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

territorialistas gorilas e enfrentar uma maior disputa por alimentos. Essa situação acabou gerando, com o tempo, o surgimento de uma espécie agressiva, capaz de se enfrentar e competir por alimentos com os gorilas. Essa nova espécie, liderada por um macho alfa, entra constantemente em guerra sangrenta com outros grupos, que desejam dominar seu lugar de liderança. Como os mais agressivos têm maior chance de se alimentar e acasalar, seus genes são passados para seus filhos, que serão agressivos como seus genitores.

– finaliza vô Tonho.

– E se eles tivessem perdido a guerra com os gorilas? – pergunta Olívia.

– Eles provavelmente teriam sido extintos, mas isso não aconteceu! – responde o avô.

– Ainda bem! – comenta Olívia.

Continua vô Tonho:

– Já no lado sul, ficaram os ancestrais que deram origem aos bonobos, isolados de maiores perigos e com maior quantidade de alimento disponível, então eles não precisavam entrar em conflitos de sobrevivência. Isso gerou uma espécie com várias lideranças femininas, em que fêmeas, machos e filhotes vivem em harmonia, fazendo rituais de carícias e gentilezas na maior parte do tempo. Isto não significa que não houve conflito, mas, sim, que eles não viveram constantemente em atrito. Essas características comportamentais geraram também diferenças físicas entre eles. Chimpanzés são maiores; seus dentes, mais pontiagudos e seus pelos mais espessos, ou falando de outra forma: a presença de dentes pontiagudos e o fato de serem animais maiores e terem pelos espessos permitiram o comportamento agressivo, que lhes deu vantagens adaptativas naquele ambiente. Já os bonobos possuem menor estatura, seus dentes são menores e boleados, e seus pelos, mais longos e finos.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Vovô! Como isso é possível? Do nada os dentes começam a crescer, os pelos ficam grossos, eles ficam agressivos e se tornam uma espécie diferente? – pergunta Olívia intrigada.

– Não, Olívia! Essas características foram aos poucos se fixando, ao longo de muito tempo, de forma diferencial, cada qual em sua população original, muito em função do isolamento reprodutivo. A diminuição de troca genética entre eles começou, provavelmente, com uma diferença no comportamento que os levou a se afastarem fisicamente, fazendo os grupos calmos se distanciarem geograficamente dos agressivos. Com o tempo e o crescimento do rio Congo, os dois grupos acabaram se isolando definitivamente, e as trocas genéticas deixaram de existir. Devido ao isolamento físico e reprodutivo, cada grupo seguiu por trajetórias diferentes, enfrentando seus próprios problemas.

– Sim! De forma parecida com o que aconteceu com os dinossauros. – diz Olívia.

– Isso mesmo, Olívia. Assim, quem ficou pelo lado norte teve de sobreviver brigando o tempo todo com os gorilas e entre eles também, por causa de comida e para a proteção do seu grupo. Os macacos mais calmos, que haviam ficado pelo lado norte, provavelmente não conseguiram comida suficiente e desapareceram. Os mais agressivos enfrentaram os gorilas, sobreviveram e deram origem aos chimpanzés.

– Ah! Agora isso faz mais sentido para mim. – diz Olívia.

– Pelo lado sul, como a falta de agressividade não era tão importante assim para a procura por alimento, pois havia bastante comida disponível, o grupo pôde conviver em relativa paz. – diz o avô.

– Legal! – exclama a neta, interessadíssima.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Se a agressividade não era bem-vista pelos bonobos, a pacificidade era fatal no mundo dos chimpanzés. Esse processo é conhecido como seleção natural.

– Uau, estou impressionada com essa história. Não vejo a hora de poder contar para minha professora e colegas de classe. – diz Olívia, que estava cada vez mais ansiosa, a cada descoberta que seu avô apresentava a ela. Em seguida, ela complementa:

– Essa tal de seleção natural é bem inteligente mesmo, conseguiu fazer duas espécies de uma só. Mas, afinal, quem inventou essa tal de seleção natural? – questiona.

– Olívia, ninguém a inventou. Na verdade, foi ela que selecionou os seres vivos nesse mundo. Você precisa entender que a seleção natural é uma força da natureza regida por leis próprias, ou seja, da física, química e biologia. Neste nosso mundo, os seres vivos mais bem adaptados em um determinado momento, permanecem vivos, como agora. Muitos já se foram, como os dinossauros e tantos outros ancestrais, de todas as outras espécies. Ela, a seleção natural, foi reconhecida e proposta por um naturalista muito famoso no mundo inteiro, chamado Charles Darwin. Foi ele quem observou que, no mundo dos seres vivos, havia essa regra natural que ajuda a explicar a existência de todas as espécies de plantas, animais e microrganismos existentes. Você já deve ter ouvido o termo biodiversidade. Ele se refere à capacidade dos seres vivos de se desenvolverem, gerando uma enorme quantidade de espécies animais e vegetais. – finaliza vô Tonho.

– Como é que ele descobriu esta regra? – pergunta Olívia.

– Observando muito a natureza, estudando e, principalmente, perguntando-se se havia, por trás de cada uma das observações realizadas, alguma razão que pudesse explicar o que foi observado. Darwin era um jovem inglês, de família muito rica, que gostaria que

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

ele fosse médico, porém havia um problema: ele não conseguia ver sangue. Isto fez com que desistisse dos estudos e tentasse outras coisas. Dentre essas outras coisas, seguiu os estudos em Ciências Naturais, na Universidade de Cambridge, com pesquisas na área da biologia voltadas para animais vertebrados.

Olívia, orgulhosa do vovô, diz:

– Você é médico e biólogo também e tão bom quanto ele!

– Menos, minha flor! Muito menos, Olívia! Charles Darwin foi um dos grandes gênios de sua época. De qualquer maneira, muito obrigado por pensar assim positivamente sobre mim. – diz o avô agradecido e continua a falar:

– Aos 22 anos, Charles Darwin embarcou na mais importante viagem de sua vida. Em dezembro de 1831, subiu a bordo do veleiro HMS Beagle, comandado por Robert FitzRoy, que tinha como missão fazer a cartografia do continente para a Marinha Real Britânica. A viagem durou até 1836. Apesar de seu pai não gostar muito da ideia, pois considerava uma grande perda de tempo, Darwin realizou o seu maior feito e, talvez, uma das maiores obras da humanidade, seu livro *A origem das espécies*, no qual retratou a ação da seleção natural, coletando animais e registrando em seu diário de bordo todas as suas observações. Além disso, Darwin era acompanhado por um desenhista chamado Conrad Martens, que retratava paisagens e as espécies observadas. – finaliza.

– Vovô, Darwin ficou tanto tempo assim longe da família? E ainda vivendo em um barco? – pergunta Olívia, impressionada.

E o avô:

– Sim, Olívia! Assim ele teve a oportunidade de viajar por muitos lugares e pôde observar a natureza em todo o mundo. Em suas observações, há um exemplo muito famoso, que são os tentilhões

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

de Galápagos. Tentilhões são aves de pequeno porte, passeriformes, alguns semelhantes aos pardais, que habitam a ilha de Galápagos, na América do Sul. Através de um estudo dedutivo e hipotético, foram usados como um exemplo de seleção natural ocorrida naquele local.

– O que é dedutivo e hipotético? – pergunta Olívia.

– Ah sim! Deixe me tentar explicar melhor: Darwin observou que havia tentilhões com bicos diferentes naquela região, mas observou também que diferentes ilhas ou regiões dentro das ilhas possuíam plantas com sementes grandes, outras com sementes menores e outras com sementes rígidas ou frágeis. Darwin deduziu que diferentes bicos poderiam estar adaptados para as diferentes sementes. Além disso, observou também que esses pássaros carregavam semelhanças claras em sua aparência e estrutura, porém, seus bicos eram diferentes de acordo com a região onde eram encontrados. Os bicos se diferenciavam conforme o tipo de alimentação disponível em diferentes áreas da ilha ou diferentes ilhas. Outros fatores ainda, como a competição por alimentos em épocas de escassez, poderiam favorecer os melhores adaptados. – explica.

– A oferta de alimentos no local onde vivem parece ser um dos fatores importantes para os animais, como no caso dos bonobos e chimpanzés, não é mesmo, vovô? – questiona a menina.

– Sim, Olívia! Nesse caso, aqueles com os bicos mais adequados é que teriam maior possibilidade de sobrevivência e, portanto, de manter suas características genéticas através da reprodução, mas ainda foi observado, também, que tentilhões que viviam em matas densas, tinham canto de acasalamento diferente daqueles que viviam em matas mais abertas. Esse tipo de comportamento facilitava o encontro com seus pares e permitia o desenvolvimento daquela espécie naquele ambiente fechado. Darwin concluiu que todas aquelas

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

aves eram fruto de uma única espécie ancestral, que passou por um processo de especiação, que é o surgimento de uma nova espécie, por uma seleção nutricional, geográfica e comportamental em cada região, e que ajudou a estabilizar as características genéticas em cada situação. Esses pássaros, coletados por ele, se encontram no Museu de História Natural de Londres, assim como outras coleções importantes que deram origem à sua teoria. Essas observações com os tentilhões foram importantes para a compreensão da origem das espécies descritas no seu livro.

– Vô Tonho, está decidido! Um dia irei conhecer a África e depois irei a esse Museu de Londres. Também seria legal conhecer Galápagos a bordo de um veleiro. Posso abandonar a escola e sair por aí descobrindo essas coisas incríveis? – diz Olívia, visivelmente animada.

Vovô Tonho deu uma gostosa gargalhada e não se aguentava de tanto rir, com o comentário de Olívia.

– Que história é essa, menina? Você precisa se formar na escola primeiro para fazer isso tudo! A escola é importante na nossa vida, não somente pelos assuntos que os professores ensinam, mas pelo convívio com diferentes pessoas que irão fazer parte de sua formação como pessoa. – diz vô Tonho, ainda sorrindo com a inocência de sua neta. Olívia ficou um pouco sem jeito, pois ela não entendia o que havia de tão engraçado, que o vovô ria tanto. Ela só queria era fazer as coisas que a interessavam.

– Olívia, chegue aqui! – diz o avô com voz mais carinhosa, envolvendo-a com um abraço – As coisas não podem ser decididas assim de impulso. Há situações que requerem planejamento, dinheiro, tempo, como é o caso de uma viagem como essa. Não basta só a nossa vontade! É verdade também que nada acontecerá se não houver vontade, mas é preciso reunir todas as condições

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

necessárias para que uma viagem dessas possa acontecer. No entanto, há uma coisa que eu gostei muito: sua vontade em conhecer todas essas coisas. Isto é realmente muito bom! Quem sabe um dia!? – diz o avô com um ar misterioso.

– Você acha mesmo possível vovô? – diz Olívia.

– Por que não, Olívia? Tudo começa com a nossa vontade, mas para isso é preciso primeiro tentar reunir todas as condições para realizar um sonho deste.

– Eba! Nós vamos viajar um dia desses para a África! – grita Olívia.

– Viajar para onde? – pergunta a mãe de Olívia, que vinha entrando na sala para chamá-la para dormir.

– Para a África! – grita Olívia novamente.

– Que história é essa de viajar para a África!? Estão malucos? O que deu em vocês? – diz a mãe, atônita e preocupada.

– Nós vamos viajar para a África! Vamos viajar para a África! – cantarola Olívia, dando pulinhos pela sala.

Vovô olha para a mãe de Olívia e diz:

– Eu prometi a ela que um dia, depois que ela terminar os estudos, nós poderíamos programar uma viagem dessas.

– Ah! Que susto vocês me pregaram. Então é isso, Olívia! Já está tarde! Despeça-se de seu avô e vamos todos dormir. – diz a mãe.

A noite foi tranquila para todos e, no dia seguinte, as atividades começaram cedo naquela casa. Vô Tonho tomou o seu café e saiu para seus compromissos antes mesmo de Olívia acordar. Olívia ficou triste por não encontrar naquela manhã com seu avô, mas, ao terminar de tomar o seu café, ela se dedicou a estudar o mapa da África, pois, afinal, ficou combinado que algum dia ela iria visitar aquela região. Ela queria se acostumar com os nomes, que eram muito diferentes dos nossos e localizar, no mapa da África,

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

os países mais importantes e que ela já havia ouvido falar. A Etiópia foi o primeiro lugar que ela procurou e localizou no mapa. Ela ficou um longo tempo olhando para aquele ponto no mapa, procurando imaginar como seria aquele lugar. Seria ele muito diferente do Brasil? Talvez sim, até porque, ele fica a noroeste da África, do outro lado da separação do continente africano com a América do Sul.

Enquanto Olívia pesquisava o mapa da África, vô Tonho foi visitar a universidade para tratar dos assuntos ainda não resolvidos com seus colegas pesquisadores. Na realidade, ele retornou à universidade para combinar alguns detalhes sobre a viagem que estava programada para a África e da qual ele faria parte, mas que Olívia ainda não sabia. A viagem estava combinada para janeiro do próximo ano. Assim, entre uma conversa e outra, decidindo o que seria necessário para se preparar para a viagem, vô Tonho, ou doutor Antônio, como era conhecido naquele ambiente, relatou algumas das conversas que tivera com Olívia e o quão impressionado ele estava com a capacidade de Olívia em assimilar alguns conceitos que são geralmente difíceis, mesmo para pessoas adultas. Olívia estava conseguindo raciocinar de forma simples e direta, o que facilitava a sua compreensão. A empolgação de vô Tonho foi tanta que contagiou os seus colegas, principalmente a Jô, que quis conhecê-la pessoalmente. Assim, ficou acertado que Olívia poderia vir com doutor Antônio na próxima reunião, assim, Jô e seus colegas poderiam mostrar seus laboratórios e conversar com ela sobre o tipo de investigação que estavam realizando.

Vô Tonho chegou em casa quando Olívia já estava dormindo. Ele havia saído naquela noite para jantar com seus colegas, para comemorar o reencontro do grupo. O restaurante escolhido foi o de frutos do mar, muito famoso pela sua moqueca de peixe, seu carro chefe, e seus muitos petiscos deliciosos.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Cansado, mas feliz, vô Tonho tomou seu banho e rapidamente adormeceu. No outro dia...

– Bom dia, Olívia! – diz o avô batendo na porta entreaberta do quarto.

Eu vim me despedir, pois eu estou retornando hoje para o sítio e diz em seguida:

– A sua avó está me esperando com as compras.

– Bom dia! – diz Olívia, preguiçosamente esfregando os olhos – Você demorou a chegar ontem... Eu queria tanto conversar...

Em seguida, vô Tonho responde:

– Mas eu tenho boas notícias! Você foi convidada para visitar os laboratórios de pesquisa da universidade!

Olívia salta fica de pé na cama e abraça seu avô com força e pergunta:

– Hoje?

– Não Olívia! Hoje é sábado e eu tenho de fazer as compras que sua avó pediu e voltar para o sítio. Na semana que vem, eu voltarei na quinta-feira à tarde e nós iremos na sexta pela manhã visitá-los. De lá eu te levo direto para a sua escola. Combinado? – fala vovô.

– Combinadíssimo! – responde Olívia feliz e estala um beijo na bochecha do vovô. Então se despedem.

Vô Tonho faz as compras, chega ao sítio sem problemas e é recebido carinhosamente por vovó Nena, que pergunta sobre Olívia e fica logo sabendo que sua neta está é muita esperta. Ao longo da semana, vovô conta tudo sobre Olívia e deixa vovó não só muito feliz, mas orgulhosa também por ter uma neta sabichona.

A semana para Olívia, na ausência de seu avô, foi interminável. Quinta-feira não chegava nunca, pareceu uma eternidade, porém, finalmente ela chegou. O diabo é que seus avós só chegariam naquela tarde, e ela já estava ansiosa desde que acordou. Na escola, ela não

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

conseguiu prestar tanta atenção nas aulas e só pensava na hora de voltar para casa para encontrar com seus avós.

Por coincidência, o ônibus escolar chegou na mesma hora que os avós de Olívia, que estavam retirando as malas do carro. Foi uma festa na calçada da casa. A alegria de Olívia era tanta que contagiou as crianças do ônibus e muitas delas desceram também para conhecer os avós, principalmente vô Tonho, o contador de histórias, como estava sendo conhecido naquela escola. A “muvuca” foi tanta que até os vizinhos perceberam que algo inusitado estava acontecendo naquele momento.

– Você é que é o avô da Olívia? – Pergunta alguém puxando suavemente a mão vô Tonho, e ele se vira para o lado e vê o rosto de uma menina ruiva muito delicada e sorridente.

– Sim! Sou sim. – responde ele curioso – E você, quem é?

E a menina em seguida:

– Meu nome é Maria, mas todos me chamam de Nina, de pequenina, porque eu sou a mais baixinha do grupo. Esse nome foi dado por minha mãe, que sempre gostou de me chamar assim. Eu adoro! – diz ela, toda empolgada.

– Nina, que nome bonito! Eu tive também uma amiguinha chamada Nina, quando eu tinha a sua idade, e ela era assim como você, muito simpática.

– Muito obrigada! A nossa professora disse que iria convidar você para visitar a nossa escola. Você vai? – pergunta ela com ar de ansiedade e súplica.

Todas as crianças em volta gritam ao mesmo tempo:

– Vai sim, não é, vovô!?

Surpreso com a reação daquelas crianças, vô Tonho diz que sim.

– Eba! – gritam as crianças – Vamos avisar a nossa professora! – E ainda agitados e felizes, todos retornam ao ônibus para prosseguir viagem.

<< Sumário

Capítulo 5

○ senhor Esteban

A família entra em casa, onde dona Zilma, mãe de Olívia, já os esperava com a porta aberta. Olívia entra agarrada à vovó Nena, que até sente um pouco de dificuldade para se locomover, mas está muito feliz por rever sua neta!

– Eu não sabia que o vô Tonho era tão popular na escola de Olívia. – comenta vovó Nena.

– Nem eu! Vi a animação das crianças lá da porta, quando vocês chegaram. – comenta Zilma.

– Papai! O Esteban, seu amigo de São Paulo, já chegou e está esperando por você na sala. – diz a mãe de Olívia.

– Ótimo! Quero vê-lo imediatamente! – e assim, vô Tonho se dirigiu para a sala e entrou dizendo:

– Olá, meu grande amigo! Há quanto tempo não nos vemos?

– Três anos, talvez! – diz Esteban e, em seguida, vô Tonho:

– Sim por aí, pois foi antes da pandemia.

– Isso mesmo, meu amigo.

– Foi mesmo antes da pandemia. – completa Esteban.

Olívia estava na porta da sala e muito curiosa para saber quem estava lá.

Nisso, vovó a vê, chama e diz:

– Esteban, quero apresentar uma pessoinha muito especial: a minha neta Olívia, a menina perguntadeira! – diz ele, sorrindo – A Nena e Zilma, você já conhece.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Muito prazer em conhecê-la. – diz Esteban, abrindo um largo e encantador sorriso – Eu também tenho uma netinha perguntadeira que quer saber tudo de tudo, e não sossega enquanto a gente não responde. Adoro isso nela!

– Qual o nome dela? – pergunta Olívia.

– Carmen! A nossa Carmencita tem 5 anos agora. Ela é mais nova do que você e é muito faladeira e espevitada também. Parece que não para nunca, só para dormir e, mesmo assim, parece que briga contra o sono para ficar acordada.

– Eu acho que vou gostar dela. – diz Olívia.

– Vai sim, Olívia! – diz Esteban – Venham nos visitar quando forem a São Paulo.

– Nós nos conhecemos em um grupo de estudos na universidade em que estudamos. – diz vô Tonho, interrompendo a conversa – Eu estava envolvido com pesquisas genéticas e o Esteban chegou ao grupo para se especializar. Com o passar do tempo, nós nos aproximamos, pois tínhamos muitos assuntos em comum, assim como o que conversamos na semana passada. Ele faz pesquisas na área de antropologia evolutiva, que estuda a evolução dos humanos, não só biologicamente, mas também culturalmente. Raramente ele está em casa. O Esteban irá conosco visitar a universidade amanhã.

O jantar foi servido rapidamente, pois Zilma havia se antecipado, sabendo da vinda de Esteban. O prato principal foi Joelho de Porco Defumado, comprado na região serrana, perto do hotel-fazenda onde haviam ficado na semana anterior. Foi servido com arroz e salada de batatas. Todos adoraram a nova receita de dona Zilma.

– O jantar estava delicioso! – elogia Esteban.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Eu gostei muito do jantar! – diz Nena para sua filha – Passe-me a receita do joelho. Eu faço um pouco diferente, mas este estava extraordinário!

– Sim, mãe! Eu repasso depois para você. – responde Zilma.

Olívia estava inquieta para conversar com seu avô sobre a origem dos humanos e sobre a visita à universidade programada para o dia seguinte, à qual agora sabia que o Esteban também iria.

– Vovô, como será a visita amanhã? – pergunta Olívia, ansiosa.

– Ah sim, Olívia! – responde vô Tonho – Enquanto eu converso com a equipe, a Jô irá ficar com você e vocês visitarão o pequeno museu e a biblioteca da universidade, onde há muitos livros sobre a história da evolução humana em todo o planeta. E no museu tem algumas réplicas e ossos de nossos antepassados humanos.

– Sério!? Eu vou conhecer a biblioteca e o museu? – pergunta Olívia.

– Sim! Você queria conhecer uma biblioteca, não é verdade?

– Sim, queria sim! – responde Olívia, empolgada.

– Pois é, você me pediu, e amanhã será sua chance! Só que, com a Jô, e não comigo. Vocês irão ao museu e à biblioteca! Está bem assim!? – diz ele.

– Sim! – responde Olívia, animada.

– Aqui está a sobremesa de hoje! Sorvete de creme com papaia e cassis, que tal? – pergunta Zilma.

– Maravilha! – responde rapidamente vô Tonho!

– Sabia! Desde pequena, mamãe sempre fez para você e eu acabei gostando também! – diz Zilma.

– Eu também adoro! – diz Olívia, concordando com seu avô.

– Eu também. – completa Esteban.

Enquanto Zilma e vovó Nena cuidam da cozinha, Olívia, vô Tonho e Esteban se acomodam na sala para continuar a conversa.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

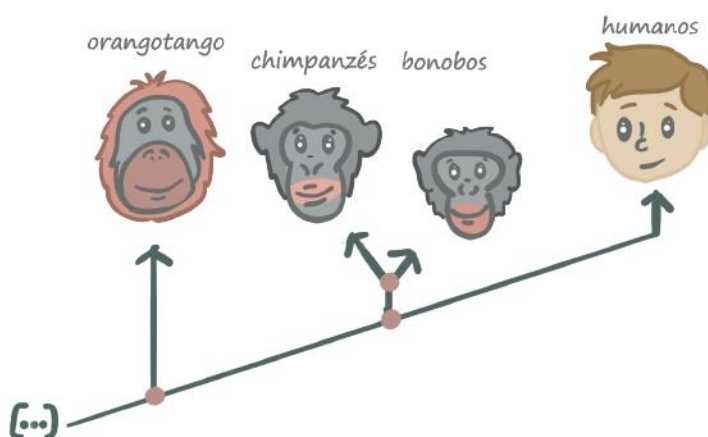
Antes mesmo de se sentarem na sala, Olívia dispara:

– Vovô, nós já conversamos um pouco sobre a evolução dos humanos, mas há ainda muitas coisas que eu queria saber! – diz Olívia ansiosa e se acomodando no sofá.

– Pois é, Olívia! Você se lembra que conversamos sobre um ancestral comum que deu origem a duas grandes linhagens: a dos bonobos e chimpanzés e a dos humanos? E que eles divergiram há cerca de 6 milhões de anos? E mais, que depois de terem divergido dos humanos, os grupos se separam novamente, dando origem aos bonobos e aos chimpanzés? Lembra que eu fiz um desenho para tentar explicar para você como as coisas provavelmente ocorreram?

– Sim vovô, o desenho está aqui comigo! Eu guardei junto com as outras anotações. Aqui está ele! – mostra Olívia.

– Muito bem, então!



– Ótimo! – começa vovô Tonho! – Vamos conversar agora sobre o que aconteceu com os humanos, após esse último ancestral comum entre humanos, bonobos e chimpanzés, que se estima ter ocorrido há cerca de 7 milhões de anos.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– Como é que a gente pode saber quem foram nossos ancestrais?
– pergunta Olívia.

– Procurando fósseis humanos que viveram há 6 milhões de anos! Como todos os fósseis humanos antigos foram encontrados só na África, a chance de encontrar esses nossos ancestrais, logicamente, deve estar na África! Dá para entender o raciocínio? – pergunta vô Tonho para sua neta.

– Sim! Mas já foram encontrados fósseis na África daquela época?
– responde Olívia.

– Sim!

Surpreso com o nível da conversa entre vô Tonho e Olívia, Esteban interrompe, curioso.

– Vocês já conversaram sobre os ancestrais comuns e a evolução dos bonobos e chimpanzés?

– Sim! O vovô me ajudou a conhecer todas essas histórias. Foi ele quem fez este desenho! – mostra Olívia.

– Caramba! – retruca Esteban, impressionado – O seu avô é realmente um grande contador de histórias.

– É sim! – Olívia concorda, orgulhosa.

– Como eu ia dizendo, há uma espécie do Chade, datada entre 7 e 6 milhões de anos de idade, o que a torna a mais antiga de todas que possuem relação próxima com nossa evolução. Depois desta, surgiram outras espécies que também se pareciam muito mais com os chimpanzés do que com a gente. O grupo dos *Ardipithecus* também possuía um crânio bem pequeno. Esse grupo apresenta duas espécies importantes: *Ardipithecus kadabba* e *Ardipithecus ramidus*. O *A. kadabba* habitava a região de um rio chamado Awash, na Etiópia, entre 5,8 e 5,2 milhões de anos atrás, enquanto o *A. ramidus* viveu entre 4,5 e 4,3 milhões de anos, também na região do rio

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Awash. Ou seja, essas duas espécies não conviveram na mesma época e possuem grandes semelhanças, porém o *A. ramidus*, carinhosamente apelidado de “Ardi”, recebeu esse nome por significar “a raiz dos macacos terrestres”, pois os esqueletos encontrados, mostravam uma estrutura corporal que podia viver tanto em cima das árvores, quanto no chão. – conclui vô Tonho.

– Esteban, você pode me explicar uma coisa? – pergunta Olívia.

– Posso sim! Se eu souber responder. – diz ele.

– Como é possível saber que são de espécies diferentes, e não a mesma espécie achada muito tempo depois? – questiona Olívia.

– Parabéns pela pergunta, Olívia. São perguntas assim que fazem os pesquisadores continuarem seus trabalhos. É importante você prestar atenção na diferença de tempo entre eles, quase 1 milhão de anos é um tempo considerável. Além disso, os pesquisadores fazem coleções dos achados. Um achado sozinho não diz muita coisa, mas quando você monta uma coleção e organiza isso tudo, é como se você visse a história sendo contada na sua frente. É como o jogo dos sete erros. Nós buscamos cada diferença ou semelhança que pode ligar uma espécie a outra, ou então diferenciá-las. É um árduo trabalho que pode durar décadas, mas a equipe é formada por especialistas de diversas áreas, como, por exemplo, anatomistas, neuroanatomistas, paleontólogos, geólogos, dentre outros.

O celular toca e Esteban pede licença e sai da sala para atender o telefone. Quando termina, ele volta meio agitado e se senta novamente no sofá onde estava.

– Acabaram de me informar que recebemos um convite para uma conferência na França daqui a dois meses. Eu havia marcado com meus netos de passarmos uns dias na casa de praia. Infelizmente, terei que desmarcar. Acho que vão ficar decepcionados. De

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

qualquer forma, essas viagens não coincidirão com a nossa viagem para a África. – finaliza Esteban.

– Viu, Olívia? É desse tipo de coisa que estou lhe dizendo. Para seguir esse caminho é necessário ter dedicação e, infelizmente, acabamos tendo que abdicar de momentos com amigos e família, mas no fim de tudo vale a pena. – disse vô Tonho.

– Por que nossa viagem? – pergunta Olívia, intrigada, dirigindo-se a Esteban – O que foi que você quis dizer com isso?

– Eu e seu avô iremos para a África, junto com o grupo da universidade, no início do ano que vem. Foi para isso que eu vim aqui hoje. Amanhã teremos uma reunião importante para resolver os detalhes dessa viagem.

– Vovô! Você não me falou nada sobre essa viagem! – diz Olívia.

– Eu iria te contar amanhã depois da reunião. Afinal, nem tudo está ainda decidido. Por sinal, a senhorita foi convidada para conhecer os laboratórios, museu e biblioteca, lembra? – responde o avô.

– Sim claro que eu me lembro, estou é até muito ansiosa! – diz Olívia, empolgada – Que inveja! Eu também gostaria de viajar mundo afora, descobrindo coisas por aí.

– Eu apoio a sua escolha, mas é preciso muito foco e dedicação. Curiosa você já é! O importante é você sempre estar aberta a novos conhecimentos. – diz vô Tonho.

– É isso mesmo Olívia, você deseja ser uma pesquisadora? – pergunta Esteban.

– Sim, eu quero. Não me importo de viajar por aí. Não vejo graça em outra coisa a não ser procurar a resposta para todas as perguntas que nascem na minha cabeça. – responde Olívia com muita firmeza.

– Muito bem! Não perca isso, minha querida. Nunca deixe de procurar por respostas, muito menos de fazer perguntas. Afinal, você só terá respostas se fizer perguntas. – conclui vô Tonho.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Antônio, você me permite que eu continue a contar a história que você iniciou para Olívia? – pergunta Esteban.

– Claro, Esteban! Eu fico é muito feliz, afinal, o especialista aqui é você! – diz vô Tonho.

– E você, concorda também? – pergunta Esteban, dirigindo-se a Olívia.

– Nossa! É claro, Esteban! Eu estava mesmo querendo ouvi-lo. – responde a menina, empolgada.

– Então Olívia, eu vou continuar a história dos nossos ancestrais que mais se pareciam com grandes macacos. – diz ele.

– Esteban, você poderia fazer um desenho, como o vovô fez, para facilitar a compreensão? São muitos nomes esquisitos. – diz Olívia.

Esteban, por sua vez, responde empolgado:

– Boa ideia, Olívia! Eu vou tentar! Por favor, pegue uma folha de papel.

– É para já! – e rapidamente Olívia traz algumas folhas de papel A4 e uma caixa de lápis de cor.

– O seu avô já falou da espécie do Chade e dos *Ardipithecus kadabba* e *A. ramidus*. Vamos colocá-los neste desenho! – e Esteban continua escrevendo e colocando outros nomes e anotações no papel. Em seguida, diz:

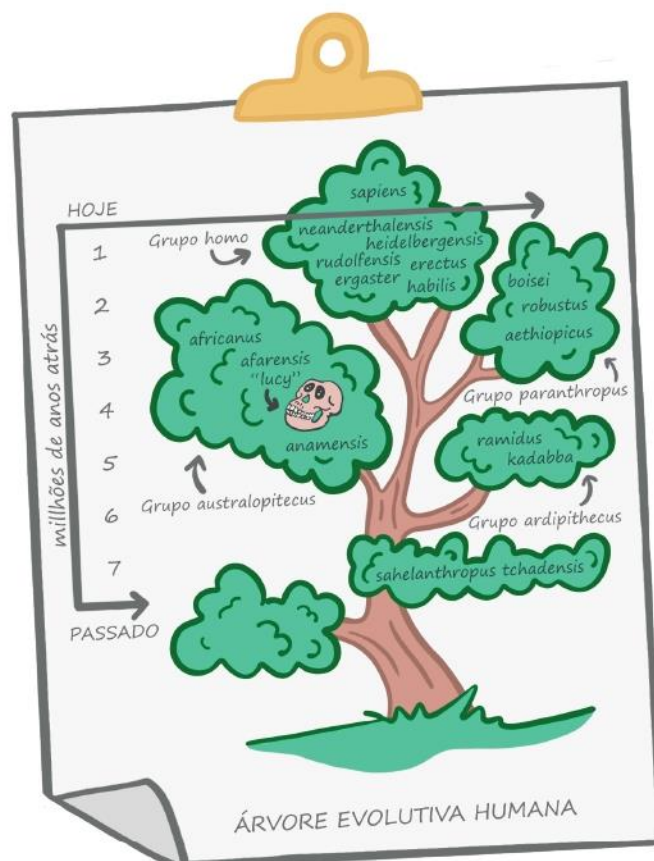
– Acho que terminei! Agora tenho o mínimo necessário para continuarmos nossa conversa. Você está pronta, Olívia? – pergunta ele.

– Sim! – responde imediatamente Olívia.

– Depois da espécie do Chade, o próximo grupo que eu gostaria de lhe apresentar é o grupo dos *Australopithecus*, bastante numeroso por sinal. Por volta de 5 milhões de anos atrás, apareceram os *Australopithecus*, além dos *Ardipithecus*, no Quênia e na Etiópia, que seu avô já comentou. Nós sabemos, hoje, sobre isso por conta do estudo desses fósseis. Na sequência, foram encontradas marcas dos pés de hominídeos bípedes em barro fossilizado por volta de 3,7 milhões de

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

anos atrás, sugerindo já a postura dos humanos modernos. Observe que os fósseis estão nos ajudando, neste caso, a averiguar um comportamento humano que foi a sua postura bípede. – finaliza Esteban.



– Que legal, até lembra as marcas dos pés do homem na Lua! – exclama Olívia.

Esteban explica mais:

– Isso mesmo! A pegada humana na Lua se mantém por conta da falta da ação de ventos e chuvas. Já as pegadas dos *Australopithecus* se mantiveram por terem sido cobertas por ação de cinzas vulcânicas

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

que praticamente serviram como “cimento” sobre elas. Você precisa imaginar um planeta com condições climáticas bem diferentes das de hoje. Eram vulcões em erupção, liberando gases, cinzas e lavas de forma constante. Era como viver cercado de painéis de pressão.

Em seguida, Olívia:

– Devia ser muito perigoso andar por aí.

– Sim, até mesmo porque, naquela época, não se tinha uma organização social como temos hoje. Vivíamos de fato como qualquer outro animal na natureza. Nossos ancestrais não eram muito diferentes dos lobos, rinocerontes ou felinos que viviam em disputa por alimento e território. Existem algumas espécies chave entre os australopithecíneos: o *Australopithecus anamensis*, que viveu às margens do Lago Turkana, que pode ser considerado o berço de todas as linhagens dos humanos, que fica no Quênia e parte na Etiópia. Muitas formas de vida se desenvolveram associados a esse lago, que teve sua formação pelo afastamento de placas tectônicas que formaram o Grande Vale do Rift. Essa espécie viveu ao mesmo tempo que os *Ardipithecus*, dividindo o mesmo habitat.

– Esteban, a Lucy é desta época? – pergunta Olívia.

Espantado com a pergunta, Esteban pergunta:

– Você já conhece a Lucy?

– Sim! – responde Olívia – Eu vi uma reportagem uma vez, que falava dela como nosso ancestral. Depois disso, vovô contou como este nome foi dado a ela.

– Caramba! Você já está bem-informada. – diz Esteban, admirado.

– Mas há muitas coisas ainda que eu não consigo entender. – responde Olívia.

– Nada mais natural, mas vamos retomar então a história da Lucy. – diz Esteban – Como você já sabe, o nome Lucy está as-

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

sociado à música “Lucy in the Sky with Diamonds”, dos Beatles. Outras espécies de *Australopithecus* também viveram por milhões de anos, são eles: *A. anamensis*, *A. afarensis* (Lucy), *A. africanus*, *A. garhi* e *A. sediba*. O *anamensis* vivia no Lago Turkana, no Quênia, e na bacia do Omo, na Etiópia, entre 4,2 e 3,9 milhões de anos. Já o *afarensis* viveu em quase toda a extensão do Vale do Rift entre 3,7 e 3 milhões de anos, e é a esta espécie que Lucy pertencia. Lucy era uma fêmea que viveu há 3,2 milhões de anos na região do deserto de Afar na Etiópia. O fóssil encontrado mostrava que essa espécie tinha uma boa adaptação para andar com os dois pés, que não tinham mais os dedões opositores, mas suas pernas ainda eram curtas e seus braços longos, então ainda mantinham o hábito de subir em árvores.

– Esteban, como foi feita a datação da Lucy? Foi por radioatividade também? – pergunta Olívia.

– Sim! – diz ele, cada vez mais impressionado e surpreso – Você conhece esta técnica?

– Sim! O vovô me explicou no outro dia!

Ainda muito surpreso com o grau de entendimento de Olívia, Esteban continua:

– Essa datação foi feita através da análise da camada de cinza vulcânica que estava em volta e por cima do fóssil por decaimento radioativo.

– Então é muito importante manter a área protegida. Já pensou se esse solo se mistura com um solo novo? – diz vovô Tonho.

– Muito bem lembrado Antônio. E é assim que os arqueólogos e paleontólogos trabalham. Toda a área de escavação é isolada e preservada. Somente a equipe é autorizada a entrar. Além da contaminação das amostras, os fósseis são muito antigos, então

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

podem se quebrar com muita facilidade. – disse Esteban e, direcionando-se a Olívia:

– Olívia, outras espécies de australopitecíneos também viveram na África. Os *A. africanus* foram encontrados nas Cavernas de Limestone, em Sterkfontein, Makapansgat, Taung e Gladysvale, na África do Sul. Foi encontrado um fóssil de uma criança de aproximadamente uns 3 anos de idade. Eles eram muito semelhantes aos *A. afarensis*, mas sua mandíbula era mais robusta e seus ossos da face também demonstravam que abrigavam músculos mais fortes para a mastigação. Então, no caso dos *Australopithecus*, você pode perceber que a diferenciação se dá pela comparação das coleções e pela datação do solo ao redor. Outra espécie encontrada na África do Sul é a *A. sediba*. Eles viveram entre 1,95 e 1,78 milhão de anos e, pela semelhança e diferença de idade, podem ter sido um ancestral comum com os *A. africanus*.

– Esteban, todos os lugares que você mencionou estão na África, não é mesmo? – pergunta Olívia.

– Sim! – responde Esteban – Vejo que você conhece bem a geografia da África. Você estudou sobre isto na escola? – pergunta Esteban.

– Não! Na semana passada eu fiquei estudando o mapa da África, enquanto o vovô foi visitar a universidade. Afinal, ele me disse que algum dia ele me levaria à África para visitar os locais onde nossos ancestrais viveram. – diz Olívia.

– Que bela promessa essa do seu avô! Espero que façam uma boa viagem pela África. – responde Esteban.

– Pelo que você contou, os *Australopithecus* não chegaram a sair da África, não é isso? – pergunta Olívia.

– Isso mesmo! – responde Esteban, surpreso com o raciocínio preciso de Olívia – Eles se movimentaram do leste para o

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

sul da África e não chegaram a sair do continente africano, como você mesma concluiu.

– Então, deixa eu ver se entendi... – Olívia respira fundo e continua: – Os *Australopithecus* mais antigos se dividiram em grupos e rumaram para o sul. O que foi que aconteceu com as outras linhagens dos homínídeos?

– Uma outra linhagem era a dos *Paranthropus*. Os mais antigos eram os *P. aethiopicus*, que viveram no Quênia e na Etiópia entre 2,7 e 2,3 milhões de anos, e as duas mais modernas eram os *P. robustus*, que viveram entre 2 e 1,2 milhão de anos no sul da África, e os *P. boisei*, que viveram entre 2,3 e 1,4 milhão de anos na Tanzânia, na Etiópia e no Quênia. Essas duas espécies viveram simultaneamente e dividindo espaço com os primeiros humanos. Sua principal diferenciação era uma face extremamente larga e uma crista bem em cima do crânio apenas nos machos, assim como nos gorilas. – finaliza Esteban.

– Esteban, percebi que todos esses que você falou só viveram na África. – retruca Olívia.

– É verdade, Olívia! – responde ele.

– Mas os humanos chegaram a todos os continentes! Como isto aconteceu? – pergunta Olívia curiosa.

Vô Tonho observa os dois conversando e tem a impressão de que está na frente de dois pesquisadores experientes, apesar da idade de Olívia.

Admirado com a facilidade de Olívia em compreender os fatos e conceitos, ele se mantém calado, porém cada vez mais orgulhoso de sua neta.

Continua Esteban:

– Tudo começou com o aparecimento do gênero *Homo*. Algumas modificações corporais e a capacidade de fazer ferramentas

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

foram importantes para a exploração de novos lugares e o desenvolvimento de novos hábitos. O *Homo habilis*, ou “homem habilidoso”, é uma transição importante em relação a esses dois pontos, pois sua forma de andar era exclusiva sobre os dois pés. Sabemos disso, pois os ossos encontrados mostravam que seu dedo polegar do pé não era mais opositor aos outros, assim como o de Lucy, ou seja, eram direcionados para a frente e não serviam mais para subir em árvores, eram pés iguais aos nossos. Eles são associados a uma grande diversificação de ferramentas de pedra lascada, sendo achados vários formatos diferentes. Fabricavam as ferramentas utilizando várias técnicas diferentes. Essas ferramentas e os dentes encontrados sugerem que tenham começado a se alimentar da carne de animais. Essa espécie se manteve no leste e no sul da África entre 2,4 e 1,6 milhão de anos. Essa é a primeira espécie reconhecida como do gênero *Homo*. Ainda na África, vivendo uma boa parte de sua existência junto com os *H. habilis*, temos o *Homo ergaster* ou, se preferir, o “homem trabalhador”. Essa espécie viveu entre 1,9 e 1,5 milhão de anos. Diferentemente dos seus contemporâneos, eles eram mais altos, pois o *H. habilis* tinha em torno de 1,5 metros e um cérebro de 600 a 700 centímetros cúbicos, enquanto o *H. ergaster* possuía uma altura média de 1,70 metros e um cérebro de 600 a 910 centímetros cúbicos. Estes também foram encontrados no leste e no sul da África, na região do Quênia, Tanzânia, Etiópia e África do Sul. Esses hominídeos são responsáveis por verdadeiras fábricas de ferramentas. O fóssil mais famoso é de um menino chamado de “garoto de Turkana” que deveria ter de 7 a 15 anos de idade. Esse fóssil foi importante, pois além de estar em bom estado para análise, ajudou os pesquisadores a traçar uma estimativa de desenvolvimento etário dessa espécie. Esse menino se tornou um

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

símbolo da espécie, tornando o local onde foi encontrado o Parque Nacional de Sibiloj, patrimônio mundial da Unesco.

– Caramba, ele deveria ter a minha idade... Coitadinho! Ele foi achado sozinho? – pergunta Olívia.

– Não podemos afirmar, Olívia. Muitos fósseis foram encontrados nessa região, mas parece que ele padeceu próximo às margens do Lago Turkana. Ele ainda tinha dentes de leite, além de seus ossos ainda não estarem totalmente desenvolvidos. Não sabemos a causa de sua morte, mas podemos afirmar que ainda não tinha estrutura física para caçar com o grupo. – finaliza Esteban.

Olívia diz: – Nem imagino como seria sair para caçar. Acho que eu ficaria com dó dos animais.

– Acho que não! – diz vovô Tonho e afirma: – A sua fome e o seu instinto de sobrevivência dariam um jeito de induzir você a pensar em alguma maneira para capturar ou matar um animal para ter comida, fossem eles peixes, aves ou outros pequenos animais.

– Será? – questiona-se Olívia.

– Provavelmente sim, mas eu também não sei se eu me daria muito bem como caçador. Nunca fui muito habilidoso com as mãos para fabricar objetos ou armadilhas, nem mesmo para fabricar meus próprios brinquedos. Os meus amigos faziam pipas, estilingues, carrinhos de rolimã. Além disso, os bons caçadores daquela época deveriam ser fortes e habilidosos, coisa que eu nunca fui, assim como seu avô também não era. – diz um bem-humorado Esteban.

– Foi por conta disso que eu nunca quis ser cirurgião. – diz vovô Tonho.

– Mas foi graças ao desenvolvimento desses nossos antepassados que pudemos, como seres humanos, explorar novos lugares, inclusive para fora do continente africano. – finaliza Esteban.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Nesse momento, Zilma e dona Nena entram na sala para avisá-los do adiantado da hora, já que na manhã seguinte eles teriam uma reunião na universidade.

– Ih, é mesmo! – diz Olívia e sai correndo para seu quarto, para tomar seu banho e se preparar para dormir. De longe, já na escada grita: – Boa noite a todos!

– Boa noite, Olívia! – respondem todos que estavam na sala.

Dona Zilma mostra o quarto de hóspedes para Esteban e, assim, em minutos, a casa fica em silêncio. Só se ouve o latido distante de um cachorro na vizinhança.

No dia seguinte, visita à universidade transcorreu sem problemas e foi muito produtiva para a equipe de investigação, pois as principais questões que ainda estavam pendentes foram devidamente analisadas, solucionadas e acordadas entre todos.

Para Olívia, que foi visitar o museu e o laboratório de pesquisa de sua nova amiga, a professora Jô, foi um dia inesquecível. No museu, ela pôde observar de perto alguns fósseis humanos encontrados em nosso continente, assim como muitos objetos de madeira, conchas e cerâmicas utilizados por eles. A finalidade desses objetos, bem como os aspectos funcionais e artísticos a eles associados foram cuidadosamente analisados por Jô. No laboratório de pesquisa, Olívia conversou muito com ela e com os estudantes que ali realizavam suas pesquisas.

As conversas foram tão boas, agradáveis e interessantes, que Olívia se sentiu como se fosse parte do grupo já há muito tempo, especialmente entre os estudantes, mas o tempo passou rápido e vô Tonho entrou na sala onde estavam para levar Olívia para a escola. Antes de se despedirem, todos os estudantes fizeram questão de tirar uma foto do grupo com Olívia, que foi eleita a “ministra da boa

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

sorte” daquele laboratório, cargo especialmente criado pelos estudantes para Olívia, uma sugestão da aluna de doutorado, Patrícia, que parecia ter adotado a menina.

– O que você mais gostou no nosso laboratório? – pergunta um estudante, dirigindo-se para Olívia.

– O entusiasmo e a alegria de todos vocês! – diz, sem pestanejar – Hoje aprendi aqui que trabalhar naquilo que se gosta é muito importante. Na verdade, o meu avô, que está aqui ao meu lado, sempre me disse que, quando a gente gosta do que faz, nem parece trabalho. Vou ser pesquisadora como vocês! – diz Olívia, entusiasmada.

– Muito bem! É isso aí, Olívia! Vai sim!

Entre os muitos gritos de apoio, assovios, e beijinhos, todos se despedem de Olívia, que vai para a escola com vô Tonho.

Na escola, Olívia não parava de contar tudo o que viu, conversou e aprendeu na universidade, gerando curiosidade e também um pouco de inveja entre seus colegas que não tiveram a mesma oportunidade. O tempo para Olívia parecia ter voado naquele dia, embora tenha visto tanta coisa. No entanto, mesmo um pouco cansada, Olívia estava feliz.

O jantar transcorreu normalmente, mas o assunto na mesa foi, sem dúvida alguma, a visita à universidade, que Olívia descrevia em detalhes. A menina contou orgulhosa que os alunos a elegeram “ministra” daquele laboratório e que até uma foto dela, cercada de estudantes universitários, ficou pendurada no quadro negro, com os dizeres: “Olívia, nossa ‘ministra da boa sorte!’ Outubro de 2022”. Uma cópia impressa no computador foi entregue para Olívia e, dentre todos os alunos, Daniel, o mais novo da turma e com cabelos encaracolados, destacava-se por ser o mais bonitinho e simpático, “um gatinho”, na opinião de Olívia, mas isso ela não contou para nin-

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

guém. A única que percebeu um brilho diferente nos olhos de Olívia, quando se referia aos estudantes foi dona Nena, mas que também não quis fazer nenhum comentário naquela hora, mas pensou: “Olívia está se tornando uma mocinha!”

Como o dia havia sido longo e o jantar foi servido tarde e com longas conversas na cozinha, todos foram descansar um pouco mais cedo naquela noite.

Naquele dia, na universidade, todos que conheceram Olívia, ficaram impressionados com sua curiosidade e capacidade de assimilar novas informações.

Durante a reunião dos pesquisadores, ficou combinado que, se o doutor Antônio aceitasse, Olívia poderia viajar junto com ele e a equipe, desde que pudesse financiar sua própria viagem. Todos acharam que isto poderia ser importante para a sua formação, apesar da idade.

Para tornar isso possível, seria necessário obter uma licença especial para Olívia poder entrar nos sítios paleontológicos no Quênia, mas resolveram também não contar nada a ela, a não ser nos dias próximos da viagem.

O dia seguinte, que era sábado, foi dedicado por vovó Nena e vovô Tonho para fazer algumas compras, porque vovô não havia conseguido encontrar todos os itens necessários para o sítio na semana anterior, e eles deveriam retornar ao sítio.

Desde a época da compra do sítio, vovó Nena se tornou a administradora. Ela é que ficou responsável por contratar pessoas e serviços, planejar e decidir o tipo e a época do plantio, bem como a criação dos animais e a comercialização dos produtos. Assim, por conhecer todos os detalhes e necessidades do sítio, ela ficou conhecida no meio rural como uma administradora muito eficiente. E, por ser muito educada e gentil no trato com as pessoas, sempre foi muito

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

respeitada por todos. Enquanto vovó Nena cuidava do sítio, vovô Tonho cuidava do consultório médico e, assim, dividiam funções.

Olívia os acompanhou para fazer companhia e, depois de várias compras pela manhã, no início da tarde foram parar no Centro Luiz Gonzaga de Tradições Nordestinas, mais conhecido como Feira de São Cristóvão. Lá vovó Nena queria comprar uma rede nordestina, com mosquiteiro, para a netinha do caseiro que havia nascido recentemente. Além disso, Nena queria levar, também de presente para o caseiro, um bom pedaço de carne de sol, que ela sabia que seria do seu agrado. Ela aproveitou a oportunidade para comprar um pouco de carne de sol também para ela e para sua filha Zilma.

Compras feitas, e já com a fome no horizonte próximo, foram todos para um restaurante conhecido, na própria Feira, para degustar um baião de dois, um prato típico da região nordestina. O almoço foi acompanhado de música nordestina, muito ritmada, que por vezes dava vontade de sair dançando.

Ao saírem do restaurante, enquanto perambulavam pela Feira, encontraram uma barraca que vendia produtos do Norte, da região amazônica. Nessa barraca, Olívia ficou curiosa com os diferentes tipos de sorvetes oferecidos, que ela sequer sabia que existiam. Experimentou quase todos e se decidiu pelo de tapioca, que a deixou encantada. Vovô Tonho escolheu o de cupuaçu e vovó Nena, o de açaí, que sempre foi o preferido dela desde que conheceu a região amazônica. Depois, cansados do passeio, retornaram para casa para um merecido descanso.

O jantar daquela noite foi um peixe no tucupi. Zilma havia, por acaso, encomendado naquele mesmo dia uma pescada amarela na peixaria e, como vovô Tonho havia trazido uma garrafa de tucupi com um pouco de jambu e farinha de mandioca amarela, típica do Pará, lá da Feira de São Cristóvão, a receita ficou completa. O peixe no tu-

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

cupi, com um pouco de jambu, foi servido com arroz branco, farinha e pimenta a gosto. Uma verdadeira iguaria.

– Engraçado! A comida está uma delícia, mas a minha língua parece estar anestesiada! – diz Olívia.

– Ah! Eu esqueci de te avisar minha filha! Esta foi a primeira vez que você comeu jambu. – diz Zilma e explica – Essa plantinha que está na panela tem mesmo esse efeito e é o que as pessoas da região Norte também apreciam. Ela é utilizada em outras receitas daquela região, como o tacacá, outra iguaria típica da região Norte.

A sobremesa de banana caramelada, cozida com um pouco de guaraná, feita por vovó Nena e servida com sorvete de tapioca, que Olívia fez questão de trazer da Feira, foi um sucesso total.

Terminada a refeição, Olívia e vô Tonho se dirigem para a sala, pois Olívia ficava insistindo em conversar com ele sobre a migração dos humanos. Como Esteban já havia voltado para São Paulo, vô Tonho ficou encarregado de continuar a conversa.

<< Sumário

Capítulo 6

A aventura humana para povoar o planeta

– Vamos lá, Olívia! Nós estávamos começando a conversar sobre o surgimento dos humanos do gênero *Homo*, lembra-se? – pergunta vô Tonho.

– Sim! Lembro-me, sim! – responde Olívia – Os nossos ancestrais do gênero *Homo* foram os primeiros a deixar a África! Foi o que eu entendi, o Esteban que me explicou!

– Isso mesmo, Olívia! Você prestou bem atenção. A teoria clássica atribui ao *Homo erectus* ter sido a primeira espécie a deixar a África. No entanto, dados muito recentes de equipes brasileiras, publicados em 2019, atribuem ao *Homo habilis* a façanha de ter saído da África. Isto porque foram encontrados na Jordânia muitos artefatos humanos, datados de 2,5 milhões anos atrás, como pedras lascadas típicas das fabricadas pelo *H. habilis*. Embora não tenham sido encontrados fósseis dessa espécie na região, era o único homínídeo que já vivia, em torno de 2,5 milhões anos atrás, e era capaz de fabricar artefatos desse tipo era o *Homo habilis*.

– Vovô! – interrompe Olívia – Deixe-me ver se eu entendi direito. Foram encontrados na Jordânia objetos de pedras com cerca de 2,5 milhões, e os únicos humanos com essa habilidade eram os *Homo habilis*, portanto eles devem ter deixado a África naquela época. Mas, como não foram encontrados fósseis desses humanos por lá, como é que se pode afirmar que foram os *H. habilis*?

Em seguida, vô Tonho:

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Não é correto afirmar que foram eles, mas podemos deduzir que, provavelmente, foram, afinal, eles é que tinham a capacidade de fabricar aqueles objetos.

– Ah! – exclamou Olívia, concordando.

– De qualquer forma, deixando de lado esse tipo de polêmica, as novas espécies de *Homo*, o *Homo ergaster* e o *Homo erectus*, que viveram em torno de 2 milhões a 300 mil anos atrás, parecem ter tido um ancestral comum com o *Homo habilis*, que viveu em torno de 2,5 milhões de anos atrás. Há cerca de 1,5 milhão de anos, o *Homo ergaster* foi encontrado na Indonésia, indicando que poderia ter sido a primeira espécie a deixar a África. Dada a semelhança entre eles, algumas correntes tendem a considerar o *H. ergaster* e o *H. erectus* como sendo uma única espécie ou subespécies (*Homo erectus ergaster*). Por sua vez, o *H. erectus* foi encontrado na Ilha de Java, também na Indonésia. Além disso, essa espécie foi ainda encontrada na África, Europa e China, e há evidências de que eles foram os primeiros a dominar o fogo. Viviam em pequenas comunidades, com divisões de tarefas como: caçar, cuidar de crianças, coleta de frutos etc.

– Uma consequência associada a esse movimento para fora da África parece ter sido a disseminação de parasitas dela para os outros lugares. – finaliza vovô.

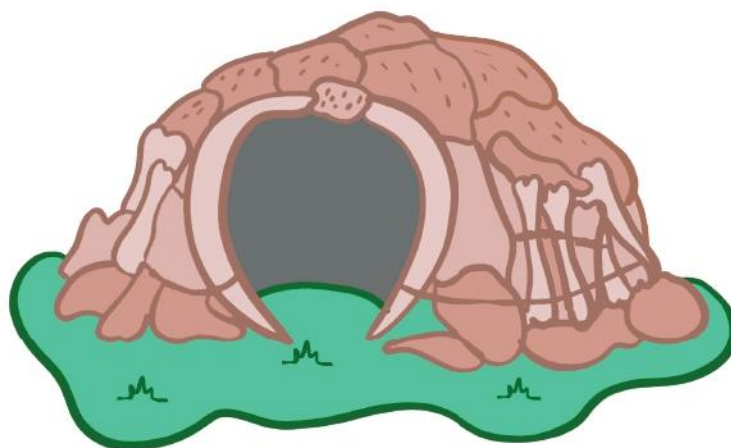
Olívia permanece calada a maior parte do tempo, parecendo saborear cada palavra do seu avô, que só trazia informações e a fazia entender a história dos hominídeos. Nossa história, afinal.

– Estes hominídeos eram muito anteriores ao humano moderno...
– continua vó Tonho. – Em torno de 800 mil anos atrás, surgem modificações morfológicas no crânio de alguns *Homo erectus*, como o aumento do volume craniano (cerca de 1.220 cm³), uma característica típica dos humanos. Embora não se conheça com certeza quem eram esses

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

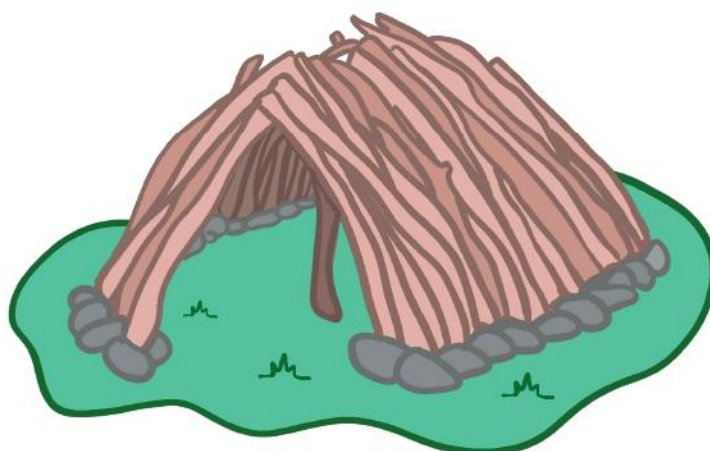
indivíduos, que viveram entre 800 e 200 mil anos atrás, eles foram encontrados distribuídos pelo Velho Mundo, incluindo a Europa Ocidental. Os *Homo heidelbergensis*, que viveram há 400 mil anos, parecem ser os primeiros a utilizar abrigos em cavernas modificadas, tornando-as mais confortáveis. Além disso, foram encontradas também lanças, agora com pontas extremamente afiadas, junto a ossos de cavalos pré-históricos, sugerindo fortemente a atividade de caça de grandes animais. Em torno de 300 mil anos atrás, os *Homo heidelbergensis* do norte da Europa começam a sofrer modificações cranianas importantes, ficando com a face mais voltada para a frente e com aumento do volume cerebral (cerca de 1.500 cm^3). Surgem os *Homo neanderthalensis*.

Aparentemente, como resultado dessas modificações, observa-se um aumento no número de ferramentas associadas às novas tecnologias, como a construção de abrigos confortáveis, utilizando-se peles e ossos de grandes animais para a construção de abrigos fora das cavernas, como a cabana de Moldova, na Ucrânia, e a cabana de Terra Amata, na França.



Cabana de Moldova

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo



Cabana de Terra Amata

Na Etiópia, foram encontrados os primeiros fósseis de *Homo sapiens* em torno de 190 mil anos atrás. Aparentemente, um grupo de *Homo erectus* que permaneceu na África se diferenciou um pouco e deu origem ao *Homo ergaster*, e este sim pode ter dado origem ao *Homo sapiens*. A utilização do cérebro para inventar objetos úteis para a sua sobrevivência é uma característica do comportamento humano moderno.

Quando os *Homo sapiens* saíram da África em torno de 190 mil anos atrás, eles provavelmente encontraram alguns de seus antepassados e provavelmente conviveram com eles.

O volume do cérebro dos humanos primitivos, como os *Australopithecus*, eram bem menores que o volume do cérebro do humano moderno, o *Homo sapiens*, sugerindo que o desenvolvimento do cérebro humano foi decisivo para a conquista do nosso planeta. A maior capacidade cognitiva do *Homo sapiens*, e, portanto, sua maior capacidade de adaptação ao meio ambiente, pode ter sido a razão primeira para dominar os antepassados, que não tiveram

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

muita chance de competir com a nova espécie. Assim, eles puderam dominar todos os continentes.

– Hum! – murmura Olívia, enrugando a testa.

– O que foi desta vez? – pergunta vô Tonho.

– Mesmo que tudo isto tenha sido verdade, que eles dominaram a Europa e a Ásia, como é que os humanos, então, povoaram o nosso Brasil, se os continentes se separaram na época dos dinossauros? – pergunta Olívia, achando que algo estava errado nessa história.

– Andando. – responde, calmamente, vô Tonho.

– Andando, vovô? Mas nem que a vaca tussa! – exclama Olívia – Como é que eles iriam atravessar os oceanos, ainda mais andando? – pergunta Olívia, toda agitada.

– Sim, Olívia. Andando, sim! À primeira vista, é mesmo esquisito ouvir isso que eu falei, mas há muitas evidências de que isso ocorreu dessa maneira. Eu vou, então, contar para você, com calma, o que eu aprendi sobre a dispersão e evolução dos humanos modernos, o *Homo sapiens*, no nosso planeta, mas essa história terá de ficar para uma outra vez! Já está tarde e amanhã eu e sua avó retornaremos ao sítio. – finaliza vô Tonho.

No dia seguinte, vô Tonho e vovó Nena retornaram para o sítio e combinaram com todos que só voltarão no Natal, pois até lá os afazeres irão tomar todo o tempo deles. Ao se despedirem, Olívia dá um longo e apertado abraço nos dois e uma lágrima de tristeza rola pela face da menina, afinal o dia de Natal está ainda muito longe.

Depois da despedida, o tempo parece passar devagar para Olívia, que divide seu tempo na escola, onde se diverte com seus amigos. E, na ausência das conversas com o avô, procura ler sobre os dinossauros no livro que ele deixou para ela. Afinal, ela queria saber mais sobre os dinossauros que viveram aqui no Brasil, mas que

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

foram extintos junto com todos os outros, em um evento global. Envolta em seus pensamentos, de repente, ela se lembra da música e do trecho onde se canta:

***“Tudo passa,
tudo sempre passará”***

E se irrita um pouco, pois o dia de Natal parece não chegar nunca. Parece que não vai passar nunca. Ela adoraria que já fosse Natal, mas ainda falta mais de uma semana! Resmunga, mas continua no seu trabalho para dar um presente-surpresa de Natal para cada um de sua família.

Os dias antes do Natal se arrastam, para o desconforto de Olívia, mas enfim chega o grande dia. Seus avós já tinham vindo do sítio, sua mãe estava preparado a ceia e seu pai, que estava ausente há muitos meses por estar trabalhando no exterior, também conseguiu chegar para o Natal em família.

Na árvore de Natal que ela havia montado na sala, estavam já escondidos por trás dos enfeites, os pequenos presentes que ela havia fabricado com tanto carinho. Ao entrar na sala, ela se depa-rou com uma quantidade imensa de presentes debaixo da árvore e, em quantidade muito maior que o normal, e isso a deixou intri-gada. Ao se encontrar com sua mãe na cozinha indagou:

– Virão mais pessoas hoje para a nossa ceia?

– Não minha filha. – responde dona Zilma, sorridente – Por que a pergunta?

– Nada não! Eu estava só curiosa. – responde Olívia.

Ainda intrigada, pensou: “Pode ter sido o meu pai que trouxe muitos presentes para todos do exterior”.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

A ceia preparada por Zilma, acrescida de muitos quitutes trazidos por vovó Nena do sítio, que enfeitaram a mesa, mais parecia um banquete para uma multidão, mas lá estavam somente eles da família.

A ceia transcorreu em meio a muitas conversas sobre as novidades vindas do exterior, contadas por seu pai, enfatizando as diferenças nos costumes e na comida da Ásia, pois esteve trabalhando por alguns meses em Singapura.

Olívia, por sua vez contou para o seu pai quase tudo que aprendera com seu avô, sobre a evolução dos humanos.

– É verdade! Me falaram que você até já foi na universidade. Quem diria! A minha filha na universidade. Conte-me como foi, você gostou de lá? – diz seu pai, entusiasmado.

– Adorei! – diz Olívia, quase gritando, e disparou a falar de tudo e de todos com tanta empolgação, que ninguém falou nada por um bom tempo.

– Está na hora dos presentes! – lembra dona Zilma.

– É mesmo! – diz Olívia e sai correndo em direção à sala. De lá, traz vários pequenos envelopes, que são distribuídos: o primeiro para a vovó; o segundo para o vovô; o terceiro para a mamãe e o último para o papai. Em seguida, todos dão um abraço carinhoso e um beijinho em Olívia e abrem seus respectivos presentes. Eram pulseiras fabricadas pela menina com miçangas coloridas.

Todos ficaram encantados com os presentes, afinal cada uma das pulseiras foi imaginada e fabricada por Olívia, pensando em cada uma das pessoas da família, o que tinha um valor sentimental enorme. Na pulseira da vovó estava escrito “Mama África”; na do vovô, “*Homo sapiens*”; na da mamãe, “Lucy”, e na do papai, “*Homo ergaster*”, que significa homem trabalhador. Todos amaram seus presentes com suas inscrições.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Vamos todos para a sala onde estão os outros presentes! – diz vovô.

– Sim, vamos sim! – responde dona Zilma, já se deslocando para sala e, lá chegando, vai logo pegando um pacote de presente, dizendo que é para a “Mama África”, anunciando e entregando para a sua mãe. Um chale muito elegante, bem ao gosto de dona Nena.

– O segundo presente é para o “*Homo ergaster*”, o nosso homem trabalhador. – diz, sorridente, dona Zilma e entrega ao seu marido um belíssimo terno. Em seguida, continua a distribuição:

– O próximo é para o “*Homo sapiens*”, o vovô Tonho. – Zilma entrega um pacote grande contendo chapéus, roupas confortáveis, um tênis e um calçado protegido para seu pai usar na África, em sua viagem que se aproxima. E, para Olívia, além de roupas leves e confortáveis, um caderno de notas, encapado em couro, com suporte para um telefone celular.

– Obrigada, mamãe! – diz Olívia muito feliz – Agora eu só preciso de um celular! – diz ela, marotamente.

– Sim, quem sabe! Vamos pensar nesse assunto. – diz dona Zilma.

– Agora é minha vez! – diz o pai de Olívia – Para a dona Nena, trouxe um computador moderno, recém-lançado em Singapura, que permite que o aplicativo rural que você quer utilizar, e que é muito grande, possa ser utilizado! Aliás, ele já está até instalado. Para Zilma, trouxe a versão mais moderna da máquina fotográfica da Sony, para que ela possa trabalhar e se divertir com sua ocupação maior, a fotografia. Para o vovô, eu trouxe este moderno celular, capaz de contatar qualquer pessoa no mundo. É via satélite e funciona de qualquer ponto do mundo, inclusive da África, quando ele por lá estiver.

– Muito obrigado! Ele será realmente muito útil por lá. – agradece o vovô.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

– O próximo presente é para a Olívia! E é também um celular com as mesmas características. É para você falar com seu avô, mesmo quando ele estiver na África. Assim, você não vai ficar longe dele, mesmo ele estando por lá. Além disso, você pode falar com a vovó, enquanto ela estiver sozinha no sítio, quando o vovô estiver viajando. Está bem!?

– Obrigada papai! – Olívia agradece e dá-lhe um caloroso abraço. Em seguida, percebe que o celular se encaixa perfeitamente bem no caderno de notas.

– Os próximos presentes são os meus! – diz vovó – Eu costurei uma roupa para cada um de vocês: esta é para você, Olívia!

Para Olívia, ela havia costurado um belo casaco feito com material leve, porém muito resistente, além de um bonito chapéu para se proteger do sol. Para o vovô, o mesmo conjunto de Olívia, um casaco e um chapéu, mas de cor diferente. Para Zilma, um casaco com capuz, pois ela nunca gostou de vento nos ouvidos, isto desde quando ela ainda era uma menina. Para o pai de Olívia, ela costurou uma linda camisa em tecido leve, que ficou muito bem ajustada.

– Agora é a minha vez de distribuir os presentes para todos, mas antes de fazer isso, eu devo dizer que consultei a minha Nena, a Zilma e seu pai, e todos disseram que não queriam nenhum presente para eles, mas que eu comprasse para você, Olívia. Aquele pacotão que sobrou é todo seu! Um presente de toda a família. – diz o vovô para Olívia.

– Olívia começa a abrir o seu presente e se surpreende com seu conteúdo: são objetos inesperados, como: lanternas, botas, roupas grossas, capas, capacete com lanternas etc.

– Olívia, você se lembra que eu prometi que um dia nós iríamos juntos viajar para a África? – diz vovô Tonho.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

– Sim! Eu me lembro vovô. “Mas, se a viagem demorar muito, essas coisas não irão servir mais!”, pensa ela, intrigada e um pouco distante em seus pensamentos.

– Olívia! – vô Tonho fala, trazendo a neta de volta à realidade – Parece que tem um papel debaixo da árvore, pegue para mim!

– Sim, aqui está! – pega Olívia, entusiasmada.

– Leia para mim!

Olívia começa a ler e para, emocionada. Era o cartão de embarque dela e de vovô, ida e volta, saindo do Rio de Janeiro para Nairobi, com parada em Adis Abeba, capital da Etiópia, na volta, antes de retornar ao Rio de Janeiro. Em seguida, Olívia dá um pulo e se abraça ao seu avô.

A viagem para a África está iminente! Os dias seguintes são dias de muita atividade para planejar a viagem e para arrumar malas e mochilas. O planejamento era muito importante para acomodar as bagagens de acordo com os lugares que iriam visitar.

[<< Sumário](#)

Capítulo 7

A viagem para África

Após muita conversa, ficou decidido que os primeiros dias seriam passados no Quênia, sem a presença da equipe de pesquisa, pois ela só chegaria à África cinco dias depois. Nesse meio tempo, Olívia e vô Tonho visitariam a Reserva Nacional de Masai Mara, no Quênia, para conhecer os grandes animais daquela região e ainda teriam tempo de explorar algumas atrações da cidade Nairobi. Depois disso, eles se juntariam à equipe, que tinha planejado passar cerca de 80 dias na região do Lago Turkana, no Quênia. Olívia e vô Tonho passariam cerca de 10 dias junto com a equipe na região de Turkana e, depois disso, viajariam para Adis Abeba, capital da Etiópia para uma visita antes de retornarem ao Brasil, onde poderiam visitar a Lucy no Museu Nacional de Nairobi.

Finalmente chega o dia da grande viagem para a África! A família de Olívia está toda reunida no aeroporto do Galeão para acompanhar o início da viagem da dupla. Olívia está ansiosa, pois nunca havia feito uma viagem tão longa e, ainda mais, para outros países. Esta seria a sua primeira grande oportunidade. Vovô, por sua vez, estava muito tranquilo e feliz por viajar com sua neta. Os pais de Olívia se mostravam um pouco preocupados, não só pela menina, mas também por vô Tonho, por conta da sua idade. A mais tranquila era dona Nena, que conhecia vô Tonho e sabia que, mesmo que algo acontecesse, vovô seria capaz de contornar a situação da melhor maneira possível. Ninguém seria melhor que

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

ele para resolver problemas, especialmente em relação aos que envolvessem ele e seus familiares.

Depois de todas as recomendações, a família se despede de Olívia e vô Tonho na porta de entrada para o embarque.

Uma vez embarcados e bem acomodados no avião, curiosamente, Olívia dorme rapidamente, logo após a decolagem. Provavelmente, fruto de muita tensão nos preparativos daquele dia.

Apesar do longo tempo de viagem, Olívia não acordou uma vez sequer. Quando acordou, já estava claro, o que a fez despertar imediatamente. Ao voltar do toalete, o café já estava sendo servido no avião. E foi informada por vovô que chegariam a Nairobi em menos de uma hora. E de fato, logo após o término do café da manhã e o seu recolhimento, o comandante anuncia a chegada a Nairobi e dá as instruções de praxe para a preparação da tripulação e dos passageiros para a realização do pouso da aeronave. O pouso é suave e logo a aeromoça anuncia as boas-vindas a Nairobi. As bagagens são rapidamente resgatadas e, ao saírem para o saguão do aeroporto, encontram um rapaz muito sorridente, segurando uma placa onde se lê: “*Mr. Antônio and Miss Olívia*”. Era Nissor, o motorista que iria levá-los ao hotel.

Muito afável, Nissor carrega as malas e pergunta para Olívia de onde eles eram e ela consegue entender, mesmo naquele inglês diferente e carregado, e responde:

– Rio de Janeiro.

– *It's a beautifull place! I wanna go there someday!* – fala, entusiasmado. As conversas continuam animadas até a chegada ao hotel. Entre o aeroporto e o hotel, Olívia fica sabendo que Nissor poderia ter ido ao Rio de Janeiro a trabalho uma vez, mas que, infelizmente, havia ficado doente e, desde aquela época, ele passou a pesquisar a

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

respeito do país, ficando encantado com as belezas naturais e, principalmente, com o povo alegre acolhedor. Além disso, Olívia ficou sabendo também que ele tinha uma filha da mesma idade dela, chamada Zuri, que significa linda, e que ele gostaria de ir ao Brasil com ela algum dia no futuro. Trocaram endereços e telefones para o caso de algum dia visitarem o Brasil.

Malas no quarto e banhos tomados, era hora de iniciar a exploração da cidade de Nairobi. A escolha para aquele dia foi uma excursão ao Museu Nacional do Quênia, para aprender um pouco sobre a história e cultura locais. O almoço seria no restaurante Amani Kenya Garden Café, que tem comida queniana, na realidade um estilo queniano adaptado ao gosto internacional, além de sopas, wraps e sanduíches deliciosos.

No museu, Olívia viu locomotivas antigas que operavam naquela região e tiveram uma vista fantástica da cidade a partir do parque Uhuru. Nairobi se apresentou para eles como uma cidade moderna, que cresceu perto de grandes animais, pois há muitas referências a eles na cidade e em seus arredores.

No restaurante, a dupla experimenta um prato típico chamado ugali, que é feito de farinha de milho branca e água, mas servido com um ensopado contendo carnes e peixes defumados cozidos com tomates e verduras. O ugali, misturado a esse caldo contendo carnes e peixes, é uma delícia.

No próprio local, visitaram a sessão de artesanatos típicos e ficou impossível não trazer lembranças aos amigos e parentes no Brasil.

O tempo passa rápido e logo já era hora de retornar ao hotel, onde tinham de separar as bagagens para a visita de três dias que fariam à Reserva Nacional de Masai Mara. Olívia estava ansiosa por conhecer os grandes animais africanos, afinal, só os conhecia

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

através de livros e imagens eletrônicas presentes na TVs e mídia sociais. Ver de perto, certamente, seria uma experiência diferente e talvez assustadora, mas a vontade de vê-los de perto era maior que o seu medo íntimo.

A arrumação demorou um pouco além do planejado e, por conta do avançado da hora, resolveram não jantar, mas sim tomar uma sopa quentinha no próprio restaurante do hotel.

A visita a Masai Mara

Na manhã seguinte, já com o café da manhã tomado, inicia-se a grande excursão tão esperada por Olívia. A reserva fica cerca de 270 km de Nairobi e leva em torno de 4 a 5 horas, dependendo do tráfego e do tempo de parada nos pontos de apoio. Embora Nairobi fique em torno de 1.750 m de altitude, Masai Mara também é relativamente alta, ficando em torno de 1.500 m de altitude, mas com pontos altos acima de 2.000 m de altitude. Assim, o caminho passa por regiões montanhosas com vegetação e outras com aspectos semidesérticos, as savanas africanas com pequenos rios entre as montanhas. Trata-se de um clima semiárido. Ao passar pela região de Bakitabu, Olívia ficou encantada por ver, pela primeira vez, grupos de girafas enormes na natureza. Naquele momento, elas estavam tomando água em um pequeno riacho com pequenas árvores alinhadas ao longo. Como era uma região plana, os pescoços enormes das girafas se destacavam na paisagem, fazendo lentos movimentos. Ao longe, ela viu também animais menores, mas, por conta da distância, não pôde vê-los direito. Poderiam ser até leões. Na breve parada em Bakitabu, tiveram um rápido encontro com um grupo de habitantes locais, quando puderam ver uma dança típica dos Masai e peças de artesanato muito bonitas e coloridas.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

O caminho de Nairobi até a pousada previa a passagem por Bakitabu, mas a volta seria por um caminho diferente, contornando a região de Masai Mara para que pudessem visitar outras localidades. A pousada se situava no alto da colina, com vista privilegiada para o vale. No caminho de Bakitabu até a pousada, foram vistos muitos gnus, gazelas e elefantes, para a alegria dos visitantes. Os elefantes eram enormes e imponentes. A chegada ao hotel foi tranquila, mas logo foram alertados para o fato de poderem encontrar animais, dentro da área da pousada, que poderiam ser perigosos por estarem no meio da reserva e sem nenhuma cerca de proteção.

Para sair da cabana para o restaurante central era necessário chamar o vigia armado que os acompanhava durante o trajeto. Essa situação era no mínimo inusitada para eles e, de fato, no trajeto da cabana para o restaurante, viram um puma, que foi rapidamente afastado pelo guia.

A primeira noite foi tranquila e puderam descansar bastante, pois a viagem acabou sendo um pouco cansativa e cheia de emoções diferentes ao longo dia. Logo ao amanhecer, com o dia ainda clareando, Olívia e vô Tonho viram, pela pequena janela, que a pousada estava cheia de macacos e diferentes lagartos circulando pela área, provavelmente à procura de alimentos.

Da mesma forma como na noite anterior, o guia armado foi acionado para se dirigirem da cabana ao restaurante, para tomar o café da manhã, e já aproveitaram para levar suas coisas na mochila, para o primeiro dia de visita ao Parque Nacional. No caminho para o restaurante, o guia apontou para o vale, mostrou dois animais escuros que ele afirmou serem rinocerontes e que eles poderiam ver de perto naquele dia. A distância era enorme e eles mal podiam enxergar, mas o guia havia afirmado serem rinocerontes e que poderiam ver toda a sorte de outros animais naquele dia.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

O passeio do dia foi espetacular. Além dos rinocerontes, que eles viram bem de perto e fotografaram bastante, avistaram também outros animais que até pareciam dóceis, como os antílopes, avestruzes e, até mesmo, leopardos, que preguiçosamente descansavam nos troncos das árvores, com as pernas dependuradas. Além deles, encontraram também zebras e macacos, todos devidamente registrados em fotos, que imediatamente enviadas para a família no Brasil.

O que mais impressionou Olívia e vô Tonho, naquele dia, foi o encontro com os elefantes. Eles eram enormes e tinham alguns filhotes que pareciam ter nascido há pouco tempo e pareciam que ainda estavam aprendendo o que fazer com as trombas. O grupo composto por seis turistas: um casal de americanos, outro da Alemanha, a dupla Olívia e vô Tonho, e guias chegou à segunda pousada, e esta era bem mais simples que a anterior. Apesar disso, estavam todos muito felizes e cansados. Rapidamente, todos tomaram um merecido banho, antes do jantar, em seus respectivos quartos.

Reunidos para o jantar, foi a hora de trocarem fotos, endereços e conversarem sobre o dia que, na avaliação do guia, havia sido até um bom dia para a época do ano. As conversas não duraram muito tempo, pois o cansaço do dia e a necessidade de acordar cedo pela manhã fizeram com que todos fossem dormir mais cedo naquela noite.

Dia clareando, café tomado e todos estavam com malas prontas e ansiosos para tentarem alcançar o grande objetivo do dia, que era conseguir encontrar o restante dos Big Five, que são, além dos elefantes, rinocerontes e leopardos, os leões e os búfalos. O problema daquele dia era que só tinham o período da manhã para encontrar os animais, o período da tarde seria dedicado para o almoço e retorno a Nairobi. Para o período da manhã, os guias prepararam um pequeno lanche para cada um.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Logo no início da excursão, encontraram uma família de leões com dois filhotes brincando em volta, tudo muito calmo. Pareciam estar acostumados com os turistas.

Os filhotes pareciam ficar “atazanando” uns aos outros e, de vez em quando, os pais também, que os afastavam sem violência. Pareciam felizes e saudáveis. Nos pontos seguintes, encontraram muitos pássaros coloridos de diversos tamanhos e cores, além de muitos lagartos também coloridos, suricatos, hienas, javalis e enormes hipopótamos dentro da água. Um pouco adiante, encontraram um grupo de girafas, muito altas, se alimentando das folhas do topo das árvores.

Por volta das 10h30, ao pararem para um lanche rápido debaixo da sombra de uma árvore, eis que surgem, por trás de uma moita espessa, um grupo de búfalos. Todos foram orientados a entrarem rapidamente no veículo, pois eram animais perigosos. Muitas fotos foram tiradas e todos ficaram felizes por completarem a lista dos Big Five. Já na fase de retorno, ao cruzar uma pequena ponte, viram uma boa quantidade de crocodilos enormes, com cerca de 5 metros de comprimento ou mais. Uma visão aterradora, pois são animais perigosíssimos, especialmente para aqueles animais que precisam cruzar o rio em sua rota de migração, como os gnus. Os gnus estavam por todos os lados, pois a migração para Serengeti, na Tanzânia, ainda não havia começado, provavelmente devido ao regime de chuvas em Masai Mara, que manteve as pastagens ainda verdes. Segundo os guias, o início da grande migração parecia iminente.

A excursão foi um sucesso! Todos viram muitos animais e traziam as lembranças em suas máquinas fotográficas e celulares, além das peças de artesanato do povo Masai.

De volta a Nairobi e bastante cansados pelo dia longo e uma viagem de retorno cansativa, o grupo resolveu se recolher mais cedo.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Para Olívia e vô Tonho, o dia seguinte seria o dia do encontro com a equipe brasileira para se deslocarem de Nairobi para as proximidades do Lago Turkana. Olívia e vô Tonho passariam cerca de 10 dias junto da equipe, antes de retornarem ao Brasil.

Na hora combinada, eles chegam ao hotel onde a equipe estava hospedada, e eles já estavam nos preparativos para a viagem para a região do Lago Turkana. As malas e equipamentos já estavam sendo acomodados nas vans e caminhonetes. O reencontro com a equipe foi muito festejado, especialmente pela presença da ilustre senhorita Olívia, que foi eleita o símbolo daquela expedição. A presença de pessoas conhecidas, como o Esteban; o Brucutu, que era geólogo; a antropóloga Jô; o biólogo Arthur e a estudante de doutorado Patrícia, aluna de Jô, a deixavam tranquila. Olívia notou a ausência de Daniel, o aluno que ela tinha achado o mais bonitinho da turma, mas ficou com vergonha de perguntar sobre ele e nada disse, apesar da sua curiosidade e certa decepção por ele não estar no grupo.

A viagem logo tem início e será um longo dia, com várias paradas, pois o local está a cerca de 800 km de distância e o trajeto será feito em veículos, alguns pesados, que desenvolvem baixa velocidade. Estão previstas cerca de 14 a 15 horas de viagem. Assim, só deverão chegar por volta das 22 horas no TBI, o Turkana Basin Institute, que irá abrigá-los pelos próximos dias.

O instituto tem duas estruturas de pesquisa no Lago Turkana. Uma no lado oeste do lago, o TBI-Turkwel, e a outra no lado leste do lago, o TBI-Ileret, onde ficarão. Esse instituto é uma parceria entre a Universidade de Stony Brook, de Nova York, e o governo do Quênia, em que a universidade dá não só suporte acadêmico, como também ajuda na construção e manutenção das estruturas necessárias para a pesquisa. Esta viagem foi o resultado da parce-

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

ria da equipe brasileira com pesquisadores da Stony Brook, assim como com os parceiros quenianos.

O grupo chega mais ou menos na hora prevista, e para Olívia e vô Tonho foram extremamente cansativos, pois no dia anterior, já haviam viajado de Masai Mara para Nairobi. A sensação para eles era de que iam sendo moídos, aos poucos, durante aquele dia, a cada curva e buraco em que o veículo passava.

Olívia dividiu um quarto do alojamento com a aluna Patrícia e com a professora Jô. Depois do banho, Olívia dormiu imediatamente e sequer deu tempo de dar um boa noite às suas companheiras de quarto, de tão cansada que estava. Por outro lado, vô Tonho dividiu o quarto com seus colegas professores.

Pela manhã, como se tratava do primeiro dia, havia muito trabalho para a equipe: desembalar equipamentos e planejar as ações dos próximos dias. Como não tinham muito a fazer, foi sugerido a vô Tonho e Olívia que dedicassem aquele primeiro dia para visitar o museu, e assim foi feito.

Lá no museu, vô Tonho e Olívia tiveram uma boa ideia do significado daquela região no processo de compreensão da evolução dos hominídeos. No museu, aprenderam que o nome Koobi Fora está relacionado com a língua gabbra, do povo nômade que vive naquela região e que significa o lugar com *miphoras*, uma planta típica da região. Embora Koobi Fora esteja mais relacionada à presença do gênero *Homo*, naquela mesma região, foram encontrados fósseis de *Australopithecus anamensis* com cerca de 4 milhões anos. Artefatos produzidos em pedras pelos nossos ancestrais foram bastante bem documentados naquela região, além de fósseis de plantas e outros animais. Dentre os fósseis do gênero *Homo*, foram encontrados fósseis do *H. habilis*, *H. rudolfensis* e *H. ergas-*

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

ter. Aparentemente, os *Australopithecus* chegaram a conviver com os *Homo* e, eventualmente, foram extintos.

Para Olívia e vô Tonho, estar naquele lugar, quase mágico por ser o berço do desenvolvimento da espécie humana, era de fato um momento de felicidade, mas, mais do que isto, tornou-se uma fonte de perguntas: Por que a África? Por que foi justamente nesta região que foram encontrados os fósseis mais antigos dos hominídeos? Foi nesta região que ocorreram as primeiras transformações que levaram na direção deles, mas como os hominídeos saíram daqui, aparentemente andando, e conquistaram o mundo? Não deve ter sido uma tarefa simples. Afinal, foi por aqui que as transformações morfológicas dos hominídeos começaram a acontecer até chegar à posição bípede característica dos humanos. E foi daqui que os hominídeos partiram para aos poucos conseguirem conquistar o planeta.

Querer conhecer esta trajetória humana ficava cada dia mais intrigante, mais interessante e mais presente nas preocupações diárias de Olívia. Havia muito mais perguntas na cabeça da menina do que respostas. Olívia tinha esperança de que, nos próximos dias, algumas respostas poderiam ser dadas, afinal ela participaria de uma atividade de pesquisa naquele local, junto com as equipes de pesquisa brasileira, americana e queniana.

No primeiro dia de investigação, Olívia estava extremamente animada e, junto com a equipe, todos se dirigiram para o sítio determinado. Naquele ponto, a equipe queniana já havia preparado e demarcado todo o terreno a ser investigado. Todos foram orientados a como se comportar em torno daquele local, pois acidentes poderiam ocorrer e destruir o local de investigação, o que seria inadmissível. Todo cuidado era pouco.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

Havia dois pontos no terreno, onde as investigações se concentraram. No primeiro, havia uma mancha um pouco mais escura que parecia, à primeira vista, ser um material diferente daquele que o envolvia e que, com sorte, poderia se mostrar um fóssil precioso. O segundo, parecia ser um osso pequeno e frágil, afastado cerca de 40 metros de distância. As equipes se dividiram e o trabalho de investigação foi iniciado na prática. Muitas fotos e medidas do terreno foram efetuadas. Olívia notou o extremo cuidado com que os pesquisadores manipulavam os instrumentos. Pareciam não ter pressa nenhuma, mas entendeu também que tudo aquilo era necessário para preservar as amostras: algumas foram colhidas para datação do local. Ao final do dia, para Olívia, o local parecia o mesmo da manhã. As escavações haviam avançado pouco, devido à necessidade de cuidados.

A semana de Olívia e vô Tonho passa rápido e chega ao fim. Para a frustração da menina, que achava que teria grandes revelações naquela semana, nada disso aconteceu. O primeiro ponto se revelou não ser nada importante, e o ossinho do segundo ponto, que ainda estava lá e parecia estar ligado a um segundo osso, parecia pertencer a algum animalzinho e não de ser humano. Apesar de uma certa frustração, Olívia pôde acompanhar os procedimentos dos cientistas e entendeu também por que a equipe havia planejado ficar por lá alguns meses. Nada acontece facilmente. Perseverar era preciso! Olívia entendeu que o tempo para a pesquisa científica parecia ser diferente do tempo na vida normal das pessoas. Os cientistas pareciam ser muito mais pacientes que o normal das pessoas na procura por informações científicas.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Retorno para Nairobi

Durante a semana, Olívia interagiu muito com os componentes das equipes, tanto brasileiros quanto americanos e, especialmente, com os quenianos. Estavam todos encantados com o jeito de Olívia interagir com as pessoas e, principalmente, com a quantidade e qualidade das perguntas feitas e que faziam sentido científico, mas que na maioria das vezes não haviam ainda sido solucionadas.

Os quenianos, assim como os americanos, ficaram muito impressionados com a capacidade de Olívia. Todos relataram que jovens da idade dela em seus países eram muito menos preparados do que a menina e que ela parecia já conseguir fazer uma leitura do mundo que a cercava, apesar da idade. Por conta disso, os quenianos enchiam Olívia de perguntas sobre o Brasil, como eram as pessoas, os costumes, a vida em geral, ao que Olívia respondia com satisfação. Afinal, ela estava conhecendo muitas pessoas novas e interessantes e estava se divertindo naquele país.

Na última noite, Olívia foi surpreendida por uma festinha feita especialmente para ela, organizada pelos quenianos, que fizeram questão de trazer alguns quitutes típicos, como kebab e lagostins gigantes ao molho “pilipili”, à base de manteiga, pimenta, alho, limão, coco ralado, pimentão e coentro. Tudo estava muito bom. A pimenta estava no ponto certo, pelo menos para Olívia. Além disso, ela recebeu dos quenianos, muitos presentes locais: artesanatos em madeira com forma de vários animais locais e muitos colares de sementes locais e coloridas. Olívia nem sabia como agradecer a tanto carinho recebido e dormiu feliz aquela noite.

Na manhã seguinte, estavam todos eles novamente por lá para se despedirem de Olívia e vô Tonho, que estavam voltando para Nairobi de carona, em um carro que retornava naquele dia. A viagem levaria

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

em torno de 11 horas e seria certamente cansativa. Assim mesmo, seria melhor do que na vinda, que levou quase 15 horas.

O motorista, um rapaz muito boa gente, tornou a viagem tranquila e agradável. Ele era muito cuidadoso ao volante e transmitia segurança. Com isso, chegaram a Nairobi sem problemas, quando estava começando a escurecer. Como a viagem a Adis Abeba seria só na tarde do dia seguinte, não era preciso se preocupar em arrumar malas naquela noite. Havia tempo de sobra para um banho sossegado, para espantar o cansaço e ter ainda tempo de sobra para um bom jantar no próprio hotel. Naquela noite, optaram por uma salada e um macarrão a carbonara que constava no cardápio.

A manhã seguinte, após o café da manhã, foi dedicada a colocar todos os presentes na mala para facilitar a viagem à tarde para Adis Abeba. Para não complicar o dia, resolveram por um leve almoço no próprio hotel, antes de se deslocarem para o aeroporto.

O voo saiu de Nairobi e chegou a Adis Abeba na hora combinada, para a satisfação dos passageiros. Adis Abeba é a capital da Etiópia, centro de cultura e comércio. Tem cerca de 5 milhões de habitantes e é uma cidade razoavelmente agitada. Situa-se no centro da Etiópia e fica a 2.440 metros de altitude. A cidade é rodeada por montanhas e faz divisa com o Vale o Rift. Por conta dessas características, o clima é bastante ameno e não sofre com temperaturas altas, apesar de se situar nos trópicos. A Etiópia é conhecida também por ser o local onde foi encontrada a Lucy, um fóssil humano com cerca de 3,2 milhões de anos, no deserto de Afar ao norte de Adis Abeba, perto da Eritreia e Somália. Como o Deserto de Afar fica a cerca de 720 km de distância, não havia tempo suficiente para Olívia e vô Tonho irem até lá.

Vô Tonho e Olívia programaram o dia seguinte para a visita a museus, incluindo o Museu Nacional da Etiópia, onde Lucy estava.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Na realidade, o que se pôde ver foi a réplica dos ossos fossilizados de Lucy, mas acompanhados de uma quantidade enorme de informações sobre a evolução humana, especialmente para os interessados, quando a requisitavam.

Além de Lucy, aprenderam também que fósseis mais antigos do *Homo sapiens* foram encontrados a nordeste de Adis Abeba, na vila Herto, a cerca 230 km da capital, em estudo realizado por paleontólogos, geólogos e arqueólogos de 14 países, liderados por Tim White, da Universidade da Califórnia em Berkeley (EUA) e publicado em dois artigos na revista *Nature*.

Essas informações vieram em apoio à teoria de que o humano moderno evoluiu na África e, depois, migrou para os outros continentes. Além disso, F. Clark Howell, coautor do estudo, comenta que a anatomia e a idade dos fósseis de Herto nos dizem que os humanos modernos surgiram na África, antes mesmo do desaparecimento dos neandertais europeus, sugerindo que nunca houve um estágio neandertal na evolução humana, como pensam alguns pesquisadores.

Como o tempo dispendido no Museu Nacional foi maior que o usual, o tempo restante ficou curto para as outras visitas e, assim, o guia que os acompanhava sugeriu irem conhecer somente o mercado local, o que foi imediatamente aceito pelos dois. Afinal, conhecer as atividades locais era tudo o que eles queriam mesmo, e o mercado sempre mostra um pouco da vida e dos costumes das pessoas que vivem no local. No mercado é possível encontrar de tudo, como alimentos, roupas, artesanatos, tudo o que imaginar. É bastante colorido e ocupa uma área relativamente grande e espalhada, com passagens estreitas. O guia alertou para que tomassem cuidado com os pequenos roubos e que todos ficassem muito atentos. Afinal, como turistas, eles eram muito visados pelos ladrões. Passearam bastante

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

entre as ruelas e viram de tudo um pouco. Muitas coisas que nem sabiam do que se tratava. O dia foi produtivo e interessante. Como não puderam realizar a visita ao Museu de Etnologia da Universidade da Etiópia naquele dia, programaram a visita para o dia seguinte, que daria tempo suficiente, uma vez que o embarque para o Brasil seria somente na noite do outro dia.

De volta ao hotel, após um lanche rápido, cuidaram de arrumar as malas para a viagem de volta ao Brasil. Aquela visita maravilhosa à África já estava terminando.

Após o café da manhã e já com as malas prontas para o retorno ao Brasil, o guia chega para a última visita, a do Museu de Etnologia na Universidade da Adis Abeba. O museu foi instalado no prédio que foi o palácio do antigo imperador Haile Selassie. A visita foi maravilhosa, com uma mostra dos diferentes aspectos culturais que compõem o povo local. Um verdadeiro mergulho na cultura africana, especialmente a etíope.

<< Sumário

Capítulo 8

De volta ao Brasil

Embora a visita tenha sido somente de cerca de 4 horas de duração, o cansaço de final de viagem começou a dar seus sinais, especialmente para o vovô, que decidiu voltar para o hotel para um pequeno descanso, antes da viagem de volta ao Brasil.

Como o voo estava programado para as 23 horas e eles deveriam estar no aeroporto com duas horas de antecedência, após o descanso daquela tarde, Olívia e vovô Tonho fizeram um lanche por volta das 19 horas, pois sabiam que serviriam um bom jantar a bordo, logo no início do voo de retorno ao Brasil.

Durante o lanche no hotel, Olívia pergunta:

– Vovô como foi que os humanos migraram da África para os outros continentes como sugerem os estudos? Imagina todos esses nossos caminhos percorridos sem os carros, aviões, camionetes...

– Olívia, em primeiro lugar, gostaria de dizer tudo o que eu li sobre a origem e desenvolvimento do humano moderno: o *Homo sapiens*, o qual está baseado em livros e artigos científicos de várias disciplinas diferentes, mas que, quando colocadas juntas, oferecem a quem as lê, um quadro muito aproximado do que deve ter acontecido em tempos passados. É assim que os cientistas trabalham. Eles investigam cada fato cuidadosamente e, depois, tentam reunir todas as evidências e observações já realizadas e tentam concluir algo que faça sentido com a realidade. Para isso, eu também recorri a livros e artigos de antropologia que falam sobre fósseis de humanos, artigos

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

de geólogos que datam e discutem os acontecidos em diferentes eras geológicas, artigos atuais de Biologia, que utilizam tecnologias modernas que permitem estudar o genoma de fósseis através da extração e sequenciamento do DNA com muita boa resolução e que, quando comparadas com o genoma de indivíduos de populações atuais, pode dar uma ideia muito boa do que deve ter ocorrido no passado. Nós já conversamos um pouco sobre isso, lembra Olívia?

– Sim, eu me lembro sim! Genoma é a informação hereditária que está contida no DNA dos organismos, incluindo o do humano, não é mesmo? – pergunta Olívia.

– Sim, Olívia! Eu vejo que você entendeu direitinho! – responde vô Tonho e, retomando o raciocínio:

– Como eu estava dizendo, os estudos da área de linguística e de antropólogos que estudam as técnicas utilizadas pelos humanos têm somado e muito para a compreensão de tudo aquilo que eu vou te contar. As técnicas atuais de sequenciamento do DNA genômico de fósseis, assim como do sequenciamento do DNA mitocondrial, têm permitido o rastreamento do movimento dos humanos no planeta.

– Mito... o quê? – pergunta Olívia imediatamente.

– Mitocondrial! Eu vou ser mais específico: mitocôndria é uma organela ou estrutura que está em cada uma de nossas células. Ela tem uma característica que é transmitida somente pela mãe. Assim, todas as mitocôndrias de homens e mulheres são sempre herdadas da mãe. Desta forma, o DNA que está dentro da mitocôndria veio sempre da mãe. Ao estudar as variações ocorridas no DNA das mitocôndrias de todos os seres humanos no mundo todo, os cientistas chegaram à conclusão de que, dentre todas as populações humanas atuais, as mitocôndrias de mulheres da África é que apresentam o DNA mitocondrial mais próximo do original (com maior variabilidade genética).

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

O raciocínio por trás dessa conclusão é simples: na medida em que pequenos grupos humanos deixavam a África para colonizar outras regiões, carregavam consigo uma determinada carga de DNA mitocondrial específica daquele grupo e que se entrecruzavam entre si para subsistir. Na medida em que esses grupos se subdividiam e se afastavam cada vez mais da África, o DNA contido nas mitocôndrias foi ficando cada vez mais específico e com pouca variabilidade genética. Enquanto isso, o grupo original que ficou na África pôde manter uma grande variabilidade genética, já que puderam entrecruzar com uma grande quantidade de pessoas que por lá ficaram. Deu para entender? – pergunta vô Tonho.

– Sim, acho que sim! – responde Olívia, ainda pensativa, procurando seguir o raciocínio.

– A análise do DNA dos atuais habitantes originais (indígenas) em todo o planeta mostra que a variabilidade genética das mitocôndrias desses povos atuais cai à medida que se afastam da África. Esta observação está de acordo com a ideia da origem dos humanos no continente africano.

– Nossa! – exclama Olívia – Tudo isto parece tão complicado!

– É! É complicado, sim, mas à medida que nós vamos aprendendo um pouco aqui, um pouco ali, um quadro mais claro sobre a dispersão e migração humana na Terra vai se formando e permitindo que nós possamos entender algumas coisas. Por exemplo: o índio brasileiro tem mais aparência de orientais do que de europeus e lembra um pouco os japoneses ou outros povos asiáticos, como os chineses e coreanos, não é mesmo? – pergunta vô Tonho.

– Ih! É mesmo. – surpreende-se Olívia – Eu nunca tinha pensado nisso! No outro dia, vi na televisão um programa mostrando festas de índios brasileiros e de outros lugares, como Paraguai, Bolívia e

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Equador, eu me lembrei muito de meninas que participavam da festa, que mais pareciam japonesinhas. Elas poderiam ser irmãzinhas da Alice Yamanaka, uma japonesinha que mora perto de casa.

– Quando os portugueses aportaram no Brasil em 1500, com as suas caravelas, o Brasil já estava cheio de índios com esta mesma aparência, que lembra os orientais. Vamos, então, conversar sobre isto agora. – diz vô Tonho.

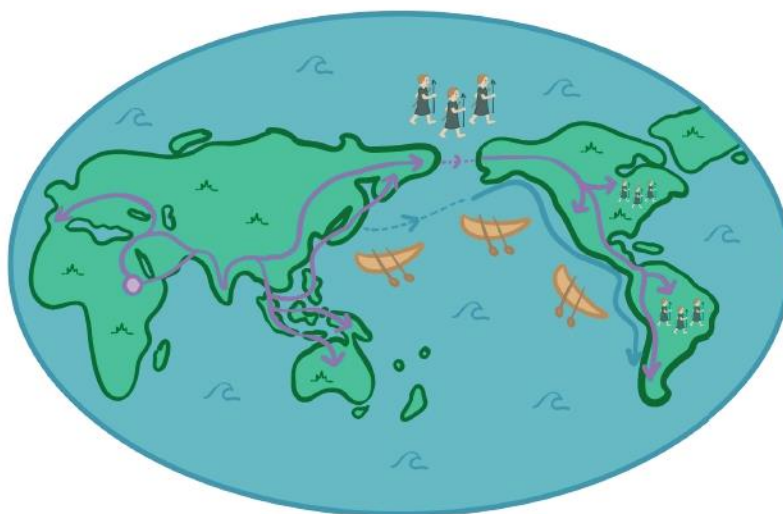
– Oba! – anima-se Olívia.

A expansão humana para fora da África

– Embora existam várias teorias que expliquem a movimentação dos humanos para fora da África, vou me restringir primeiro a um trabalho de 2014 e, depois, utilizar as outras informações acumuladas. O grupo de pesquisa da dra. Katerina Harvati, uma paleoantropóloga da Universidade de Tübingen, mostra que os humanos anatomicamente modernos se espalharam da África para a Ásia e Europa em pelo menos duas grandes levas migratórias. Segundo ela, os *Homo sapiens* provavelmente saíram da África e tomaram o rumo sul. Os dados indicam que esses grupos saíram da África em torno de 130 mil anos atrás, passaram pelo sul da península arábica, costearam a Índia, povoaram o sudeste asiático e chegaram à Austrália, Nova Zelândia, Papua Guiné e de lá foram para a Polinésia. – finaliza vô Tonho e faz um pedido em seguida:

– Olívia, venha para cá para vermos no mapa-múndi como foi, provavelmente, a migração dos primeiros humanos para fora da África.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda



– Oitenta mil anos depois dessa primeira migração, ou seja, em torno de 50 mil anos atrás, uma nova leva de migrantes deixou a África não só pelo litoral, mas agora também pelo interior, chegando primeiro à península arábica e, de lá, um grupo rumou para a Europa e outro, para a Ásia Central. Da Ásia Central, tomaram caminhos diversos: um grupo foi para o Japão e, de lá, para as Filipinas. Outro grupo saiu da Ásia Central e rumou para o norte da Índia e, de lá, para o sul, onde encontrou os descendentes da primeira leva. O longo tempo de convivência posterior foi apagando as marcas genéticas dos pioneiros, exceto em ilhas como Nova Guiné e Austrália, que ficaram relativamente isoladas em relação à segunda onda de migração. Os aborígenes da Austrália e da Nova Guiné seriam os representantes da primeira grande onda de migração.

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

Os europeus

– Os grupos de homínídeos que ajudaram a compor o grupo europeu não é muito conhecido, no entanto, os registros fósseis mostram que os *Homo sapiens* que saíram da África e migraram rumo à Europa conviveram com os *Homo neanderthalensis* na Itália, Inglaterra, Croácia, Israel, Iraque, Bélgica, França, Espanha e Uzbequistão, a julgar pelos fósseis encontrados. No Marrocos, foram encontrados fósseis de *Homo sapiens* tão recentes como 160 mil anos atrás. É possível que pequenos grupos de *Homo sapiens* tenham deixado a África em diferentes tempos, sem que houvesse uma massiva migração como a ocorrida 130 mil anos atrás e a segunda grande migração, de 50 mil anos atrás.

Vô Tonho faz uma pausa para tomar um gole de café e libera mais espaço em cima da mesa para seu mapa-múndi dobrável e continua:

– Ao longo de sua trajetória da África rumo à Europa e em diferentes épocas, os humanos deixaram marcas de seu desenvolvimento civilizatório, como as pirâmides no Egito e os monumentos na Grécia e em Roma.

O grupo americano

– Dentro do grupo que migrou para a Ásia Central, além daqueles que se movimentaram rumo ao sul, povoando toda a Índia, encontraram os remanescentes da primeira migração e aqueles que se movimentaram rumo ao Japão. Como já comentei antes, houve um grupo que se moveu em direção à Sibéria e ao Estreito de Bering, bem lá para o norte, onde encontraram, 15 mil anos atrás, uma enorme ponte de gelo para o Alasca e conseguiram cruzar

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

para as Américas. Os esquimós são provavelmente os remanescentes daquele grupo. Do Alasca, esses grupos rumaram para o sul, povoando toda a América do Norte. Os nativos americanos são os grandes representantes desse grupo.

Olívia segue atentamente o dedo indicador de seu avô, que aponta, com precisão, a rota que está sendo apresentada para ela.

– O grupo que rumou para o sul, passando pelo México, encontrou eventualmente o Istmo do Panamá e conseguiram chegar à América do Sul, onde se dividiram em dois grandes grupos. Um que continuou seguindo para o sul, através das Cordilheiras dos Andes, e outro que encontrou a leste o caminho para a Amazônia. Há estudos que indicam que um grupo que chegou ao Paraguai, via Cordilheira dos Andes, rumou para leste, encontrando a costa brasileira do Oceano Atlântico e depois rumou para o norte, povoando toda a costa brasileira. Como eu disse antes Olívia, os humanos chegaram até o Brasil andando, mas levaram cerca de 50 mil anos até chegar aqui. Outro grupo rumou para o extremo sul do continente sul-americano. Os mapuches, no Chile, são provavelmente os melhores representantes desse grupo. Ao longo dessa jornada americana, observam-se restos das civilizações, como as dos astecas e maias, no México, e dos incas, no Peru. Isto explica, em parte, porque os índios das Américas, os ameríndios, têm características orientais.

Vô Tonho dobra seu grandioso mapa-múndi e continua:

– Esta é somente uma das hipóteses que explicam a origem dos americanos. Estudos sobre diversidade dentária e diversidade linguística dos habitantes das Américas sugerem que não se trata de uma única e grande migração de humanos através do Estreito de Bering. Esta diversidade poderia ser explicada pelo modelo de

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

três migrações sucessivas. A alta diversidade linguística nas Américas, assim como a diversidade dentária, estaria a favor dessa hipótese, já que na África se observa tão somente uma pequena variação linguística. Assim, ocorreram três grandes levas migratórias em diferentes épocas, o que explicaria pequenas variações entre os povos. Por outro lado, estudos moleculares, baseado no cromossomo Y de humanos das Américas apontam para a situação de uma grande migração humana ocorrida entre 13 e 10 mil anos atrás. Esses estudos apontam como população-mãe grupos humanos semelhantes aos que vivem hoje no sul da Sibéria, o que estaria de acordo com a nossa primeira hipótese.

– Parece que a gente ainda não sabe nada sobre isso! – exclama Olívia.

– É verdade!! – diz vô Tonho – Todas as vezes que isso acontece no meio científico, ou seja, o mesmo fato é explicado de diferentes maneiras, podemos ter certeza de que ainda não sabemos a resposta. Por exemplo: há ainda outras informações que não se encaixam nesse modelo e que continuam sendo objeto de estudo, como é o caso de informações obtidas através da morfologia de crânios de humanos encontrados em Lagoa Santa, Minas Gerais, e a datação dos sítios onde foram encontrados. Nesse caso, os humanos encontrados em Lagoa Santa são mais antigos que os ameríndios e que se assemelham aos humanos encontrados na África e Austrália, e não com os nativos americanos e asiáticos do norte, sugerindo a ocorrência da chegada de duas populações distintas de humanos em diferentes épocas. Além disso, a datação do sítio arqueológico na Serra da Capivara, no Piauí, reforça a ideia de que humanos habitaram o Brasil muito antes da chegada dos ameríndios. Especula-se, ainda, se essas populações encontraram a mesma

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

rota através do Estreito de Bering ou se aqui chegaram por alguma rota alternativa, em diferentes épocas. Na realidade, não sabemos com certeza como todos esses humanos chegaram até as Américas, e esse tópico é, ainda hoje, um grande palco de disputa entre diferentes grupos de cientistas do mundo todo.

– Nossa! – diz Olívia – Ainda há tanta coisa para ser descoberta! Que bom que existe todo um mistério para que eu possa ajudar a desvendar.

– Olívia, está chegando a hora de irmos para o aeroporto. Vamos buscar as malas e pedir um táxi na portaria do hotel. – diz vô Tonho.

Vinte minutos depois eles já estavam se dirigindo ao aeroporto e chegaram com a antecedência de duas horas, recomendada pela companhia aérea. Uma vez realizado o check-in e tendo as malas despachadas, os dois se dirigiram para portão de embarque, marcado na passagem, onde o avião que os traria para o Brasil, já estava preparado para a viagem.

Após alguns minutos, anunciaram o embarque e vovô e Olívia foram os primeiros a embarcarem, pois tinham prioridade sobre os outros devido à idade de vô Tonho.

Já acomodados no avião, Olívia pede para vô Tonho continuar com a história da migração humana e suas consequências no novo continente conquistado.

As consequências da chegada dos humanos nas Américas

Vô Tonho começa dizendo que a consequência mais visível da ocupação humana nas Américas e, em especial, na América do Sul, particularmente o da ocupação do território brasileiro, foi a destruição da cobertura vegetal, perigo que persiste até os dias de hoje. Os impactos da ocupação humana no Brasil foram terríveis para as florestas e os

Descobrimos o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

campos, em especial para a Mata Atlântica, que hoje se resume a não mais do que 7% de toda a área anteriormente existente. O início da colonização do Brasil pelos portugueses, em 1500, ocupando inicialmente a zona litorânea explica em parte essa destruição.

Uma breve história da formação da Mata Atlântica

A história da formação da Mata atlântica é longa e remonta à época da Pangeia, 200 milhões de anos atrás, quando todos os continentes ainda se encontravam ligados. Naquela época, as plantas já haviam evoluído bastante, e as plantas mais modernas, como as *angiospermas*, já estavam presentes.

Durante o processo de separação dos continentes, ou deriva continental, que se iniciou em torno de 130 milhões de anos atrás, as plantas, que antes estavam juntas em um único supercontinente, agora vão se separando ao longo do tempo, cada qual em seu novo continente. Com o longo tempo de isolamento, as plantas vão evoluindo, tornando-se um pouco diferentes umas das outras, em função da necessidade de se adaptar às condições do clima existente naquele continente em particular. Como as variações climáticas foram muito grandes entre os diferentes continentes, os caminhos evolutivos tomados pelas plantas e animais foram se tornando cada vez mais diversos. Isto explica, em parte, as diferenças entre as plantas e os animais hoje existentes nos diferentes continentes, foi o que aconteceu quando a África se separou do continente sul-americano. As plantas do Brasil tornaram-se um pouco diferentes daquelas encontradas na Costa Oeste da África, embora elas tenham tido uma origem comum, como já foi dito, em função das condições geológicas e climáticas diferentes encontradas após a separação dos continentes.

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

No Brasil, as plantas da Mata Atlântica, chegaram a ocupar todos os estados da Costa Leste do Brasil, abrangendo uma área de cerca de 1,3 milhão de km², chegando à Argentina e parte do Paraguai. No Brasil, a Mata Atlântica se apresenta desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, ocupando não só a região litorânea como também planaltos e serras do interior. Embora a área ocupada pela Mata Atlântica, no sentido leste-oeste, seja variável em algumas regiões, ela se estende por mais de 200 km continente adentro.

Mas toda essa mata, que levou milhões de anos para ser formada, foi praticamente dizimada pelo humano moderno de cultura europeia em apenas 500 anos de ocupação e exploração pelos portugueses.

Trata-se de um erro, porém, pensar que somente o humano moderno ou o europeu foi quem destruiu a Mata atlântica, afinal os indígenas já abriam clareiras na mata para a formação das aldeias. As áreas de plantios da mandioca eram abertas utilizando-se o fogo. No entanto, o fato de a densidade populacional ter sido pequena (plantavam o suficiente para atender pequenos grupos), comparada aos dias de hoje, o impacto sobre a mata foi relativamente pequeno. A tecnologia primitiva dessas populações, associada à compreensão da sua dependência em relação à floresta que os cercava para a própria sobrevivência, fez com que o impacto nas matas ao seu redor fosse razoavelmente restrito.

Chegada dos portugueses ao Brasil

– A chegada dos portugueses ao Brasil, trazendo consigo a cultura europeia de exploração econômica de suas colônias e um acervo tecnológico invejável para a época, em comparação com os habitantes locais, colocou o Brasil na rota da destruição do meio ambiente. Os recém-chegados já dominavam a escrita, armas de fogo, tecela-

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

gem, cerâmica, aço, construções duradouras, navegação, matemática, física e química bastante avançada, técnicas agrícolas, literatura e filosofia. Além disso, tinham um razoável conhecimento do universo e conhecimentos acumulados durante o processo civilizatório ocorrido no Oriente e na Europa.

Essa enorme vantagem cultural fez com que os portugueses dominassem, com alguma facilidade, as comunidades humanas aqui existentes. Essa mesma vantagem foi utilizada também pelos espanhóis para dominar os povos que viviam em outras áreas das Américas, como: os incas no Peru e os maias no México, para citar somente alguns. Aparentemente, os únicos povos que não foram totalmente dominados pelos espanhóis, foram os mapuches no sul do Chile, que resistiram.

As atividades econômicas aqui instaladas pelos portugueses, como nos casos do Ciclo do Pau-brasil, Ciclo do Ouro, Ciclo da Cana-de-açúcar, Ciclo do Café e da Criação de Gado, ajudaram a destruir a Mata Atlântica na medida em que a densidade populacional também aumentava. As maiores cidades brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Salvador, Recife, Fortaleza, São Luiz e Belém, encontram-se dentro da área antes ocupada pela Mata Atlântica e pela Floresta Amazônica, no Norte.

– Ah! Agora eu entendi por que nós vimos tamanha devastação nas matas perto do hotel-fazenda em que estivemos! – diz Olívia, impactada.

– Decisões governamentais recentes, como a construção de grandes hidrelétricas, usinas atômicas, como a de Angra dos Reis, e de estradas cortando áreas de preservação, ajudaram ainda mais a deteriorar o meio ambiente.

Infelizmente, para todos nós, restam hoje apenas pequenos fragmentos da outrora exuberante Mata Atlântica. Apesar desses conheci-

Daiana da Silva Aragão e Hatisaburo Masuda

mentos, o restante da Mata Atlântica continua correndo o risco de extinção, dada a falta de políticas governamentais efetivas de preservação.

Torna-se urgente a educação da população em geral sobre a necessidade de preservação das florestas do Brasil, incluindo a da Mata Atlântica. – finaliza vô Tonho.

Em seguida, Olívia:

– Vovô! Toda essa história que o senhor contou parece muito com aquela música que ouvimos no rádio: “Como uma onda no mar”.

– Sim, Olívia! A música de Lulu Santos e Nelson Motta. Você se lembrou bem dela! – completa vô Tonho.

– Então, vovô! O senhor acha que dá para recuperar essas áreas degradadas? – indaga a curiosa menina.

– Tenho certeza que sim. Técnicas para fazer isso nós temos, mas o maior trabalho é convencer os proprietários, prefeitos e governantes, de modo geral, que estão em contato com esses proprietários, sobre as vantagens de preservar as matas, principalmente, as matas ciliares, que protegem as cabeceiras dos rios e riachos. Isto qualquer fazendeiro ou mesmo pequeno proprietário de terra pode fazer e contribuir para um esforço nacional. Os governadores e dirigentes federais devem participar ou mesmo coordenar todo esse esforço, mas o modelo econômico vigente visa o lucro e somente o lucro, o que não ajuda nada. Algumas dessas pessoas, por só enxergarem o lucro imediato, não percebem o grande erro que estão cometendo. As alterações climáticas, que ano após ano, vêm mostrando a sua cara e as suas consequências estão nos alertando para pararmos de utilizar esse modelo econômico baseado no lucro a qualquer preço. Na conta dessas pessoas, os custos sociais não estão sendo levados em conta e, ao contrário, estão sendo desprezados, pois eles não têm nenhuma consciência social. Por

Descobrimo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

conta disso, a população, de um modo geral, deve se convencer disso e cobrar das autoridades ações nessa direção.

– Mas, vovô, mesmo que tudo isso possa ser possível, o senhor acha que poderíamos recuperar as matas como elas eram no passado? – questiona Olívia.

– Não, Olívia. As plantas e os animais irão agradecer, e muito, mas é como você mesma lembrou: “Nada do foi será de novo do jeito que já foi um dia”.

Nesse instante, o comandante anuncia o início da decolagem e todos se preparam. Passados não mais de 20 minutos de voo, o jantar foi servido e Olívia, em particular, gostou bastante do que foi servido e comeu quase tudo, enquanto vovô Tonho, só beliscou algumas coisas, pois ainda não estava com fome.

Olívia e vovô conseguiram dormir bem e só acordaram quando o comandante da aeronave já anunciava o início do processo de aterrissagem, com todos se apressando para obedecer a suas instruções.

O dia está lindo e ensolarado, e a vista do Rio de Janeiro do alto é de tirar o fôlego, não só dos turistas que exaltam a beleza da natureza que envolve a cidade, mas também dos brasileiros que sentem orgulhoso de fazer parte de um país com tantas belezas naturais! O Rio de Janeiro é somente uma dentre tantas outras.

O pouso suave é acompanhado pela saudação da aeromoça:

– Sejam bem-vindos à cidade do Rio de Janeiro!

– A Cidade Maravilhosa!

FIM

<< Sumário

Referências

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, Oakland, CA, v. 35, n. 3, p. 125-129, mar. 1973.

HENN, B. M.; CAVALLI-SFORZA, L. L.; FELDMAN, M. W. The Great Human Expansion. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, California, v. 109, p. 17.758-17.764, out. 2012.

MARTINELLI, A. G.; ANTUNES, V. de P. (org.). Ilustrador: Jorge Blanco. **Os hominídeos: uma caminhada partindo da África e entrando para a história**. Uberaba: Editora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2013.

MCEVOY, B. P.; POWELL, J. E.; GODDARD, M. E.; VISSCHER, P. M. Human Population Dispersal "Out of Africa" Estimated from Linkage, Disequilibrium and Allele Frequencies of SNPs. **GenomeResearch**, Australia, p. 821-829, mar. 2011.

MCHENRY, H. Koobi Fora. **Encyclopedia Britannica**, 17 sep. 2013. Disponível em: <https://www.britannica.com/place/Koobi-Fora>. Acesso em: 20 dez 2023.

NEVES, W. A. et al. **Assim caminhou a humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015.

OPPENHEIMER, Stephen. Out-of-Africa, The Peopling of Continents and Islands: Tracing Uniparental Gene Trees Across The Map. **The Royal Society**, Londres, p. 770-784, fev. 2012.

REYES-CENTENO, H.; GHIROTTI, S.; DÉTROIT, F.; GRIMAUND-HERVÉ, D.; BARBUJANI, G.; HARVATI, K. Genomic and Cranial Phenotype Data Support Multiple Modern Human Dispersals from Africa and a Southern Route into Asia. **PNAS**, abril 21, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1323666111.

ROBERTS, A. **Evolution: The Human Story**. London: DK, 2011.

RUSSO, C. A. M. **Diversidade dos seres vivos**, v. 3, mód. 3. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2010. 120p. ISBN: 85-89200-14-0.

Descobrimdo o Mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo

SCARDIA, G.; PARENTI, F.; MIGGINS, D. P.; GERDES, A.; ARAUJO, A. G. M.; NEVES, W. A. Chronologic Constraints on Hominin Dispersal Outside Africa Since 2.48-Ma from The Zarqa Valley, Jordan. **Quaternary Science Reviews**, v. 219, p. 1-19, 2019.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 558p.

TURKANA BASIN INSTITUTE Science & Research in the Turkana Basin, Kenya. Book 2015.

AUTORES:**Daiana da Silva Aragão**

Mestra em Educação, Gestão e Difusão em Biociências pelo Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências – Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora de Ciências Biológicas e Coordenadora no Ensino Fundamental em escola privada.

CV: <http://lattes.cnpq.br/5788611046554448>

Hatisaburo Masuda

Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biofísica) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente na área de Bioquímica e Bioenergética de Insetos do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM). Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências/IBqM/UFRJ.

CV: <http://lattes.cnpq.br/7596692144321021>

“Descobrir o mundo com Olívia: tudo muda o tempo todo” é um presente para os leitores, convidados por Daiana e Masuda a percorrer, com leveza, um pedaço de uma história de milhões de anos, fazendo ciência e literatura amalgamadas nessa história que contam! Vi em Olívia um pouco de Maggie Tulliver, uma personagem central do livro “O Moinho à Beira do Rio Floss” (The Mill on the Floss), de 1860, de George Eliot. Olívia é curiosa, inteligente, sonhadora – sim, foi para a África, afinal – Maggie também é! Mas, diferente de Maggie, tantas vezes atormentada por uma interferência masculina, Olívia rouba a cena. Daiana e Masuda amplificam a voz de Olívia e, dessa forma, sem qualquer esforço narrativo, imprimem à personagem uma dimensão de gênero que presenteia os docentes da educação básica com uma oportunidade de abordar não apenas conceitos de evolução biológica, mas também o protagonismo feminino nas sociedades. Com todo o respeito ao vô Tonho, são as perguntas de Olívia que dão o tom do enredo – olha ela aí! Das 180 menções à Olívia, 48 são “Olívia pergunta”. Vô Tonho vai construindo a história enquanto sua neta “indaga”, “questiona”, “observa”. Maggie também tinha essa sede de entender. Embora em períodos e lugares muito distintos, as duas personagens se aproximam, mas não apenas por nos fazerem pensar estereótipos de gênero. Relatos indicam que George Eliot ganha fôlego para escrever ficção a partir de sua participação em expedições naturalistas com George Henry Lewes, em 1857. Quando ela escrevia “O Moinho à Beira do Rio Floss” ela já lia a “Origem das Espécies”, publicada na Inglaterra em 1859. Como uma leitora apaixonada de The Mill on the Floss e da Origem e, guardadas as devidas proporções, enredos, tempos cronológicos e históricos, além de licenças retóricas, literárias... vejo em Maggie um pouco de Olívia e, então, vejo um pouco de George Eliot em Daiana e Masuda. Fica o convite!

Sonia Vasconcelos, IBqM/UFRJ

Este livro traz diálogos entre Olívia e seu avô, que é um médico aposentado e muito culto, chamado de vô Tonho por sua neta, uma menina muito curiosa e perspicaz, a personagem principal do livro. A história se inicia durante a volta de um passeio de final de semana em família a um hotel-fazenda na Zona da Mata.

Os diálogos sobre o assunto se intensificam e a história se desenvolve de uma maneira aprofundada, porém suave e esclarecedora, e que passam pela discussão de conceitos como, ancestrais comuns e seleção natural.

Como um material paradidático, o livro foi pensado compreendendo que o fazer educacional sempre foi um desafio para todos os professores, especialmente quando se trata de discutir assuntos complexos, como a evolução dos seres vivos, incluindo a evolução dos humanos, um conceito de difícil assimilação, até por conta enfrentar da existência de resistências, devido às ideias com referencial religioso, como a criacionista.