



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MARCOS DANIEL LONGHINI

**A “GRANDE HISTÓRIA” COMO BUSCA DA ARTICULAÇÃO
DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DOCENTE**

UBERLÂNDIA/MG

2022

MARCOS DANIEL LONGHINI

**A “GRANDE HISTÓRIA” COMO BUSCA DA ARTICULAÇÃO
DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Uberlândia, como exigência
parcial para promoção na
carreira docente à classe de
Professor Titular.

UBERLÂNDIA/MG

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

- L854g
2022 Longhini, Marcos Daniel.
A “Grande história” como busca da articulação de conhecimentos na formação docente [recurso eletrônico] / Marcos Daniel Longhini. - 2022.
- Tese (Promoção para classe E - Professor Titular) - Universidade Federal de Uberlândia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/>
Inclui bibliografia.
1. Educação. 2. Professores – Formação. II. Universidade Federal de Uberlândia. III. Título.

CDU: 37

MARCOS DANIEL LONGHINI

**A “GRANDE HISTÓRIA” COMO BUSCA DA ARTICULAÇÃO
DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Tese aprovada para promoção
na carreira docente à classe de
Professor Titular pela banca
examinadora:

Uberlândia, 23 de março de 2022.

Prof^a Dr^a Maria Irene Miranda

Professora Titular da Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof^a Dr^a Denise de Freitas

Professora Titular da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

Professor Titular da Universidade Federal de Goiás - UFG

Prof^a Dr^a Sylvania Sousa do Nascimento

Professora Titular da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

AGRADECIMENTOS

Num cenário em que o Universo é um dos atores centrais deste material, destacar agradecimentos a uma ou outra pessoa é, no mínimo, um ato de injustiça. Então, por uma questão de igualdade, digo que sou grato ao universo por estar aqui escrevendo este texto, pois agradeço aos primeiros átomos inicialmente formados no *Big Bang*, que deram origem às estrelas, que em seus ciclos de vida produziram uma gama de elementos químicos que, dentre quase tudo o que conhecemos, deu origem à Terra. Sou grato ao Hidrogênio e ao Carbono das infinitas cadeias carbônicas que formaram os seres vivos, inclusive, nós. Sou grato por essa história, até onde sabemos, somente narrada por nós, humanos; por ela ter nos conduzido até aqui!

E só então, porque existe essa história, cabem agradecimentos aos meus familiares, com destaque à minha avó, à minha esposa Iara, ao meu cachorro Tedy, às minhas galinhas, às minhas plantas, às minhas bicicletas, aos meus “professores-livros”, aos meus colegas de trabalho, em especial, a minha madrinha acadêmica, Silvana Malusá, aos membros desta banca, aos participantes do curso... pois todos eles cabem no Universo que nos rodeia, que está em mim, que está em cada um de nós.

“[...] todo o universo encontra-se contido em nós.” (MORIN, 2007, p.89)

RESUMO

O pensamento mecanicista, base da Ciência Moderna, compartimentaliza os conhecimentos. Todavia, a própria ciência no século XX revelou limites na forma fragmentada de compreender a realidade. Edgar Morin faz críticas a este pensamento e postula que os conhecimentos devem ser vistos de modo integrado numa teia de relações, segundo o paradigma da complexidade. Pautado nisso, foi proposto um curso de formação continuada de professores na modalidade a distância, que teve como eixo condutor a “Grande História”, que traz a narrativa desde o *Big Bang* até os dias atuais. Nele, os temas se articulam em torno dos níveis crescentes de demanda de energia, dando pertinência aos conhecimentos abordados. O presente estudo teve como objetivo identificar que potencialidades e limitações são apontadas pelos/as professores/as no trabalho com a “Grande História” em sua atuação docente, de forma que ela seja eixo articulador tanto de campos de conhecimentos quanto de práticas profissionais. Cerca de 400 docentes participaram do curso e os resultados mostraram que eles/elas estabelecem relações entre diferentes temas, mesmo num cenário de fragmentação dos conhecimentos, ainda que, em sua maioria, sejam relações lineares e com poucos desdobramentos. Reconhecem que os cursos de formação preparam os/as docentes de forma fragmentada, sugerindo formas de modificar esse cenário. Elas ainda passam por modos de organização do conhecimento em disciplinas, o que reflete nossa dificuldade de pensar de maneira sistêmica ou diferente do que fomos formados. Quando à “Grande História”, reconhecem ser uma proposta que dá pertinência e trabalha de forma transdisciplinar, com destaque a abordagem do tema “energia”, como aglutinador de áreas. Entretanto, revelam dificuldades em traduzir os assuntos tratados em práticas pedagógicas, criticam a forma como as escolas são estruturadas e queixam da própria formação, na qual tiveram conteúdos altamente especializados e pouco articulados.

Palavras-chave: Formação docente, Grande História, Paradigma da complexidade.

ABSTRACT

Mechanistic thinking, the basis of Modern Science, compartmentalizes knowledge. However, science itself in the 20th century revealed limits in the fragmented way of understanding reality. Edgar Morin criticizes this thought and postulates that knowledge must be seen in an integrated way in a web of relationships, according to the paradigm of complexity. Based on this, a course of training education for teachers in the distance modality was proposed, which had as its guiding principle the "Big History", which brings the narrative from the Big Bang to the present day. In it, the themes are articulated around the growing levels of energy demand, giving relevance to the knowledge covered. The present study aimed to identify which strengths and limitations are pointed out by teachers when working with "Big History" in their teaching activities, so that it is an articulating axis for both fields of knowledge and professional practices. About 400 teachers participated in the course and the results showed that they establish relationships between different themes, even in a scenario of fragmentation of knowledge, even though, for the most part, they are linear relationships with few unfoldings. They recognize that training courses prepare teachers in a fragmented way, suggesting ways to change this scenario. They still go through ways of organizing knowledge into disciplines, which reflects our difficulty in thinking in a systemic way or differently from what we were trained to do. As for "Big History", they recognize that it is a proposal that gives relevance and works in a transdisciplinary way, highlighting the approach to the theme "energy", as a uniting area. However, they reveal difficulties in translating the subjects dealt with into pedagogical practices, criticizing the way schools are structured and complaining about their own training, in which they had highly specialized and poorly articulated contents.

Keywords: teacher training, Big History, paradigm of complexity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Brincadeiras no quintal da avó Helena (1980)	17
Figura 2: Caderno de desenho geométrico da 7ª série (1991)	19
Figura 3: Jardim da casa da vó Helena, que pousa junto ao seu pé de Manacá (1989) .	20
Figura 4: Sala de aula na casa da vó Helena (1995)	21
Figura 5: Capa da Manual do Candidato, da UNESP (1994)	22
Figura 6: Aula com o Prof. Momotaro, na disciplina Estrutura da Matéria I (1997)	24
Figura 7: Histórico escolar da graduação, ao final do terceiro semestre (1996)	25
Figura 8: Atividades de Física com crianças dos anos iniciais (1998)	26
Figura 9: Colação de grau do curso de Licenciatura em Física (1998)	27
Figura 10: Alunos da disciplina de Prática de Ensino de Ciências, do curso de Ciências Biológicas, em visita à Estação Ciência, em São Paulo (2007)	28
Figura 11: Visita de bicicleta ao distrito de Miraporanga, Uberlândia (2017)	30
Figura 12: Participantes do curso “Universo e vida” (2017)	31
Figura 13: Turma de Metodologia do Ensino de Ciências, do curso de Pedagogia, em visita ao Parque Municipal Victório Siquieroli (2017)	32
Figura 14: Mapa do céu em micro-ondas	56
Figura 15: Proporção dos elementos químicos em relação às camadas da Terra	68
Figura 16: Representação esquemática de como a matéria mais interna da Terra interage com as camadas externas	69
Figura 17: Principais placas tectônicas. Pontos em vermelho e setas em azul representam locais onde há intensa atividade tectônica	71
Figura 18: Representação de como a superfície da Terra se renova	71
Figura 19: Exemplo da árvore evolutiva dos tetrápodes, ou seja, animais que têm coluna vertebral e quatro membros	84
Figura 20: Linha do tempo com diferentes hominíneos que habitaram a Terra	92
Figura 21: Movimentos cíclicos pelos quais a Terra passa	94
Figura 22: Provável padrão de disseminação dos humanos pela Terra	97
Figura 23: Região do Crescente Fértil, onde se localizam diversos rios	99
Figura 24: Diferentes possibilidades de circulação do carbono na Terra	114
Figura 25: Esquema que representa a circulação de calor das regiões equatoriais e quentes para as polares e frias	119

Figura 26: Informativo para divulgação do curso “O Universo e(m) nós”	146
Figura 27: Página de abertura do curso, disponível no endereço www.ead.ufu.br	149
Figura 28: Modelo de esquema empregado na videoaula intitulada “Como se comporta o planeta Terra”, presente no “nó”: Terra	151
Figura 29: Fórum de apresentação pessoal. Semana 1 do curso “O Universo e(m) nós”	154
Figura 30: Fórum de comentários e dúvidas da semana 2: Universo do curso “O Universo e(m) nós”	154
Figura 31: Instruções para a realização do teste de revisão de cada semana	155
Figura 32: Exemplos de questões presentes nos testes de revisão	155

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação da Φ_m do Sol no decorrer do tempo. Na etapa de gigante vermelha é quando Carbono é gerado em seu núcleo a partir de Hélio, acelerando sua organização interna.....	64
Gráfico 2: Φ_m da Terra ao longo de seu processo de desenvolvimento até os dias atuais.....	74
Gráfico 3: Taxa de densidade de energia (Φ_m) de grupos de plantas, mostrando a complexidade crescente ocorrida ao longo do tempo.....	86
Gráfico 4: A complexidade dos vertebrados tomando por base Φ_m	86
Gráfico 5: Complexidade das máquinas ao longo do tempo. Destaque para o curto intervalo temporal, no caso deste gráfico.....	107
Gráfico 6: Demanda de energia por diferentes sociedades humanas.....	109
Gráfico 7: Variação da quantidade de carbono emitida e da população mundial no período de 7.000 anos atrás até 1.850	115
Gráfico 8: Concentração atmosférica de gás carbônico (partes por milhão – ppm) nos últimos 10.000 anos, com destaque para o período de 1.750 até o ano 2.000.....	115
Gráfico 9: Hipótese do efeito sobre o clima da emissão de gases pelos humanos desde o início da agricultura até os dias atuais.....	116
Gráfico 10: Comportamento da concentração atmosférica de CO ₂ ao longo dos próximos milhares após o pulso de emissão por fatores humanos.....	117
Gráfico 11: Emissões globais de CO ₂ de 1970 a 2013. Destaque para a queda em 2009, não fruto do Acordo de Copenhague, mas da crise econômica financeira global.....	118
Gráfico 12: Contribuição do aumento na produção de metano (partes por milhão – ppm) em função da cultura de arroz de 5.000 a 1.000 anos atrás.....	120
Gráfico 13: Concentração atmosférica de metano (partes por milhão – ppm) nos últimos 10.000 anos, com destaque para o período de 1.750 até o ano 2.000.....	121
Gráfico 14: Taxa de densidade de energia (Φ_m) ao longo da história do Universo até os dias de hoje.....	123
Gráfico 15: Estado do planeta num cenário de estabilização da população e do consumo por pessoa a partir de melhores tecnologias.....	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conteúdos presentes no curso oferecido pelo <i>Big History Project</i>	39
Quadro 2: Unidades e tópicos que compõem o curso direcionado a estudantes.....	41
Quadro 3: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses.....	57
Quadro 4: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 2º. nó).....	60
Quadro 5: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 3º. nó).....	64
Quadro 6: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 4º. nó).....	74
Quadro 7: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 5º. nó).....	89
Quadro 8: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 6º. nó).....	96
Quadro 9: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 7º. nó).....	109
Quadro 10: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 8º. nó).....	123
Quadro 11: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 9º. nó).....	133
Quadro 12: Percentual de inscritos em suas respectivas áreas de formação.....	147
Quadro 13: Percentual de inscritos em suas respectivas áreas de atuação.....	148
Quadro 14: Cronograma de abertura dos “nós” no decorrer do curso.....	150
Quadro 15: Síntese das videoaulas do curso, com organização em semanas e tempo de duração.....	151
Quadro 16: Percentual de formações dos que responderam às perguntas da semana 6.....	213
Quadro 17: Síntese das categorias de respostas.....	228

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UNESP - Universidade Estadual Paulista

EFOA/CEUFE - Escola de Odontologia e Farmácia de Alfenas/Centro Universitário Federal

UFU – Universidade Federal e Uberlândia

MOOCs - *Massive Open Online Course*

IBHA - *International Big History Association*

Luca – *Last universal common ancestor*

DNA – ácido desoxirribonucleico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CFS - clorofluorcarbonetos

NEO - *Near-Earth Objects*

SUMÁRIO

1	Fios que teceram a trama deste trabalho	16
2	O Universo e(m) nós	35
2.1	A história por detrás da “Grande História”	35
2.2	Os nós da história – um olhar panorâmico	50
2.2.1	Primeiro nó – O nascimento do Universo	50
2.2.2	Segundo nó – O nascimento das estrelas	57
2.2.3	Terceiro nó – A diversificação dos elementos químicos	61
2.2.4	Quarto nó – Sistema Solar e planeta Terra	65
2.2.5	Quinto nó – A vida	75
2.2.6	Sexto nó – Seres humanos	89
2.2.7	Sétimo nó – Agricultura	96
2.2.8	Oitavo nó – Era dos humanos	110
2.2.9	O futuro	124
3	O paradigma da complexidade	134
4	O curso de formação “O Universo e(m) nós”	145
5	Olhar para o pequeno, olhar para o grande	157
5.1	Quando as pontas se juntam	157
5.2	Caçando fragmentos	159
5.3	Juntando fragmentos	166
5.3.1	Avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto	166
5.3.2	Identificar desafios e dificuldades que os/as docentes participantes do curso apontam para o trabalho com a “Grande História”, quando pensada em seus espaços de trabalho	205
5.3.3	Identificar aspectos que necessitam ser contemplados, segundo os/as participantes, nos cursos de formação docente, de modo a permitir o trabalho dentro da proposta da “Grande História”	213
5.3.4	Avaliar, na óptica dos/das professores/as participantes, em que medida a “Grande História” dá pertinência aos saberes que ela trata, ou seja, situações num contexto	221
5.4	Quadro síntese das categorias	228

6	Olhar para o todo sem perder a parte	232
	Referências	235
	Apêndice	237

CAPÍTULO I

Fios que teceram a trama deste trabalho

“[...] até os anos 1950-1960, vivíamos numa Terra desconhecida, vivíamos numa Terra abstrata, vivíamos numa Terra-objeto. Nosso fim de século descobriu a Terra-sistema, a Terra Gaia, a biosfera, a Terra parcela cósmica, a Terra-Pátria. Cada um de nós tem sua genealogia e sua carteira de identidade terrestres. Cada um de nós vem da Terra, é da terra, está na Terra. Pertencemos à Terra que nos pertence” (MORIN, 2003, p.175).

TECER a trama que nos leva a realizar um trabalho, como o que ora apresento, nem sempre é uma tarefa fácil, pois os fios que a compõe se embaraçam, se misturam e corremos o risco de nos perdemos em meio a eles. O que busco fazer nessa apresentação é organizar fios e conectá-los, tentando dar sentido ao texto final que agora apresento. Ao fazer isso, não só busco dar ao leitor o real sentido do que me levou a este trabalho, mas também é um exercício de se autoconhecer e se reconhecer como sujeito desse processo, que ocorre na medida em que me distancio da trama e dela vou retirando fios e vendo como eles se conectaram ao longo do tempo.

Faço um recorte temporal buscando elementos da primeira infância, perpasso o período escolar, os anos da graduação e pós-graduação, estes últimos já mesclados ao meu ingresso no ambiente de trabalho, chegando aos dias atuais e ao porquê de desenvolver este trabalho.

Sou natural de Itápolis, uma cidade no interior do estado de São Paulo, com população atual na casa de 40.000 habitantes. Nasci em 1976, e passei toda a infância lá, em quintais e ruas de terra e ocupado por brincadeiras que só aquele tipo de ambiente permite. Lembro-me de ter um certo encanto por livros, mesmo antes do ingresso oficial na escola. Numa família de não leitores, obviamente que em minha casa não tinha à disposição nenhuma biblioteca, nem das mais básicas. Havia, na casa de minha avó, alguns livros antigos, usados por tios que frequentaram o antigo primário. Lembro-me de folhear aqueles poucos exemplares, em branco e preto, papel tipo jornal, amarelado pelo tempo e com poucas gravuras. Encantavam-me os mapas, e me assustava sempre o desenho de um esqueleto humano, provavelmente de uma lição de Ciências.

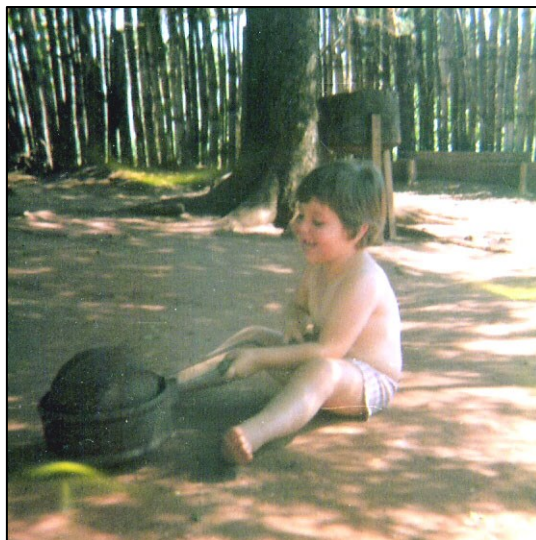


Figura 1: Brincadeiras no quintal da avó Helena (1980).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Não sabia ainda ler, pois só fui ingressar em uma escola pública local aos 7 anos de idade, mas lembro-me de ter pedido à minha mãe que comprasse uma caixa de giz escolar. Recordo-me ainda da marca e do cheiro que eles tinham e da imagem da pequena caixa de papelão onde aqueles bastões coloridos ficavam organizadamente dispostos. Brancos havia mais. Coloridos eram mais raros e deviam ser usados com parcimônia. Com eles, riscava o chão e a porta de um antigo guarda-comidas, ensaiando uma espécie de lousa, que posteriormente ganharia ares mais sofisticados.

Nesse sentido, entendo que o ambiente escolar e tudo o que o cerca exercia uma espécie de fascínio, algo materializado quando ingressei, de fato, no 1º. ano do 1º. grau, como era chamada essa etapa da educação nos idos de 1984. Os professores, para mim, tinham uma espécie de áurea sagrada, pois eram a representação em pessoa do saber, naquele contexto de poucos livros e da inexistência absoluta da possibilidade de obter conhecimentos escolares por outras vias, como as que temos com facilidade nos dias atuais.

Naquele cenário, que mesclava temor, respeito e reverência aos docentes, segui por minha trajetória escolar, tendo em mim algum tipo de intenção de quem sabe, no futuro, vir a me tornar também professor. Obviamente que quando eu tinha 8 ou 9 anos de idade, não fazia a menor ideia de como se tornava professor, mas isso não me preocupava, claro. À minha maneira, era um pouco professor, afinal, já pedira a minha mãe que comprasse uma lousa e nela fazia meus primeiros “ensaios docentes”. Lembro-me que existiam fascinantes lousas grandes à venda, mas a que pude ganhar deveria ter

cerca de cinquenta centímetros de comprimento, e uma estranha orelha de *Batman* na parte superior. Escrevi tanto nela ao ponto de que sua superfície perdeu a textura. Acho que é ainda de lá que trago meu fascínio por lousas verdes e giz, algo de que gosto até hoje. Prefiro-as, aos quadros brancos e de traços pouco precisos. São os fios do novelo que nos compõem...

O ingresso na antiga 5ª série era como um momento de nossas vidas de criança quando os fios se misturam e um nó muda o curso dos acontecimentos. Talvez ainda hoje o seja. Deixávamos de ter uma ou duas “professoras-tias”, as quais nos acompanhavam durante toda a manhã, e passávamos a contar com uma miríade delas, então não mais tratadas com adjetivos familiares. Naquela ocasião, um universo de áreas de conhecimento se revelou para mim, e confesso que, contrariamente ao que seria esperado, a ideia da docência perdeu força frente ao meu interesse crescente por mapas e uma distante e insólita ideia de me tornar, talvez, engenheiro cartográfico (!). Na verdade, hoje vejo que aquela nova ideia, no fundo, ganhava força pela própria escola, na medida em que gostava de olhar mapas (sim, continuava com isso) e passei a tentar desenhá-los à mão livre, o que gerava elogios por parte de minha professora de Geografia. Mais uma vez, as professoras...

Aquela súbita fuga da inevitável docência durou pouco, pois fui descobrindo na Geografia uma possibilidade de viajar nas paisagens do mundo e um interesse crescente em, quem sabe um dia, poder a vir ensiná-las. Eis o ensino de novo presente... Hoje, vejo que as paisagens e os ambientes naturais sempre foram fonte de interesses meus, e o que a Geografia fez foi só vir ao encontro daquilo que, de alguma forma, já me instigava. Curioso notar é que isso poderia ter vindo pela via das Ciências Naturais, como seria mais óbvio, mas por algum motivo que não sei identificar, essa correspondência não ocorreu à época. Precisaria mais tempo para estabelecer essa ponte. E a volta se fez grande...

Com o passar dos anos no 1º grau, deparei-me, mais precisamente na antiga 7ª série, com uma disciplina chamada Desenho Geométrico. Confesso que ela não tinha nada de muito especial para mim (e nem de natural), mas requeria uma certa habilidade em usar régua, esquadros e compasso. Como alguns colegas pareciam não lidar muito bem com tais ferramentas, pediam-me ajuda para as provas. Foi uma oportunidade de “exercer a docência” para além dos meus imaginários alunos em minha pequena lousa de *Batman*. Obviamente, tratei de ampliar meu quadro negro e, com um fundo de madeira de um antigo sofá, confeccionei uma lousa que então possuía cerca de 2 metros de comprimento, a qual fixei na parede de um cômodo de casa. Também construí meu compasso, assim

como meus esquadros e régua, usando para isso restos de ripa de construção. Lá fui eu ensinar Desenho Geométrico, um campo de conhecimento que, por ter que ensinar, aprendi a gostar. Aprecio até hoje...

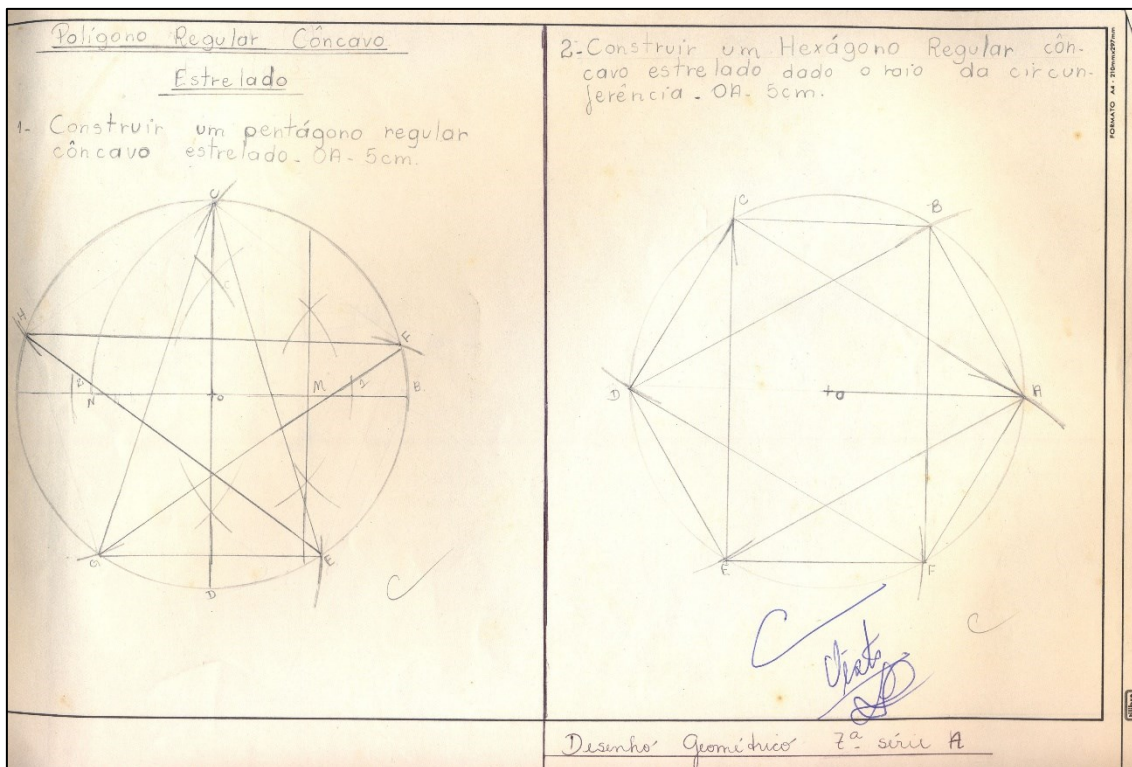


Figura 2: Caderno de desenho geométrico da 7ª série (1991).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Essa disciplina teve uma vida curta em meu currículo escolar. De ensiná-la, passei para aulas particulares de Matemática; afinal, se eu podia ensinar as construções geométricas, na cabeça dos colegas poderia também ajudar com Álgebra ou Geometria. Confesso que era um aluno medíocre em Matemática, a qual não se mostrava muito interessante para mim. Mas hoje pondero que criticamos e não gostamos daquilo que não nos debruçamos tempo suficiente para aprender e, logo, aprender a gostar. Há um fascínio na aprendizagem, que só desfruta quem entrega seu tempo para ela. Assim, como tinha que ensinar aos meus colegas, necessitava estar, ao menos, à frente deles. Essa era minha lógica docente. Isso demandava de mim mais atenção às aulas e, eventualmente, estudar em algum material complementar, como livros que podiam ser encontrados na biblioteca da escola.

Assim, passei da Geografia para o Desenho Geométrico, e deste último para a Matemática. Na mesma linha de mudanças, meu espaço para ensinar também se

modificou. Os fios da trama da vida se inter cruzaram, e um nó mudou o sentido da história. Com a morte de meu avô paterno, fui morar com minha avó, para que não ficasse sozinha.



Figura 3: Jardim da casa da vó Helena, que pousa junto ao seu pé de Manacá (1989).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Passei a ter uma ampla casa com muitos quartos desocupados, marcas de um passado com vários filhos que tomaram seus destinos, foi um passo para que eu me apropriasse de um dos cômodos e o transformasse em minha sala de aula. Lá, construí uma lousa ainda maior. Era uma sala só minha, e contava até mesmo com carteiras, que consegui junto ao depósito da prefeitura da cidade. Ir em busca delas foi como ver minha “escola” se materializar. Trazidas por um carroceiro, as limpei, pintei e compus a sala. Assim segui até o 3º. colegial, como se chamava à época, avançando cada vez mais na aprendizagem e no ensino de Matemática, com a leitura e estudo com afinco não só nas aulas da escola, mas com uso de livros extras. Passara a dar aulas para vizinhos e até desconhecidos, que sabiam, por alguma via, que ensinava Matemática.

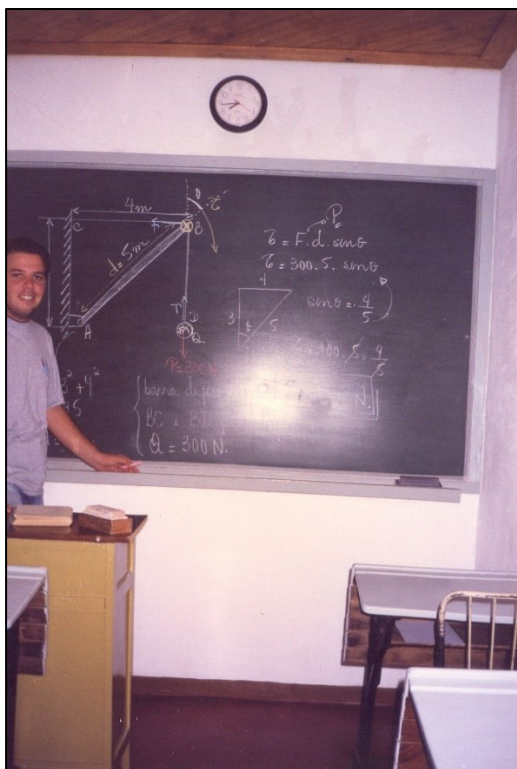


Figura 4: Sala de aula na casa da vó Helena (1995).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Para mim, aquela matéria escolar, além de me propiciar o exercício inicial da docência, também vinha, no fundo, na direção daquele meu senso inicial de precisão, de olhar os mapas e seus contornos. Para mim, sua linguagem representava uma forma de ler o mundo, a qual ia ao encontro da minha forma também de vê-lo.

A essa altura de minha trajetória, os fios indicavam que, sem dúvidas, deveria seguir para a docência. Numa época em que não dispúnhamos de *homepages* ou redes sociais, mandava cartas para as universidades onde havia cursos de Matemática para pedir informações. Recebia catálogos e grades curriculares, e com ajuda de meus professores, que eram minhas referências mais próximas com nível superior, buscava entender como aqueles cursos funcionavam.

Para além da escolha pela docência, e dentro dela pela Matemática, sabia que haveria ainda pela frente o desafio do ingresso na universidade. A escolha por este curso iria requerer de mim um bom desempenho não só em Matemática, mas em todas as demais disciplinas, em especial, nas demais da área de Exatas.

Distintamente da disciplina de Matemática, a qual passara a me dedicar com mais e mais afinco para conseguir ensiná-la, e que também tivera o privilégio de contar com uma única professora por sete anos consecutivos, a qual levava a docência com a retidão

típica da área, nas disciplinas de Física e Química o cenário foi mais conturbado e sujeito a incertezas. Trocas contínuas de professores, perda de sequência nos conteúdos e poucas aulas semanais mostraram ser uma receita de insucesso. Fui buscar orientação, mais uma vez, nos docentes, em especial, na minha referência, que era minha professora de Matemática. Ela sugeriu que eu tomasse emprestado livros de Física e os lesse, sem se preocupar necessariamente com a resolução de exercícios. Julguei aquilo estranho, pois achava que estudar Física era fazer exercícios de cálculos, mas segui sua recomendação. Estava por surgir ali mais um nó, enovelando minha história.

Como não tinha condições de pagar por aulas particulares para suprir minhas lacunas naquelas disciplinas, os livros da biblioteca foram meus “professores”. Segui lendo-os. Mais uma vez a história me mostrou que corremos o risco de fazer julgamentos injustos quando nos faltam informações. À medida em que seguia avançando na leitura de Física, fui percebendo que ela se revelava como uma disciplina que me transportava novamente ao ambiente natural, lá dos primórdios da Geografia. À época, não tinha essa percepção. A Física também se mostrava como uma forma de relacionar o mundo natural à linguagem da Matemática, o que para mim soava de maneira muito harmônica.

Comprei o Manual do candidato da Universidade Estadual Paulista (UNESP), onde tinha me decidido por prestar o vestibular. Havia tanto a opção pela Licenciatura em Matemática quanto pela Física, ambas no campus de Bauru, cidade do interior de São Paulo, onde havia possibilidade de ir cursar a graduação, devido à distância de onde residia. Deixei a ficha de inscrição sem preencher até o prazo que pude, quando enfim, decidi por “abandonar” a Matemática e me reencontrar na Física.

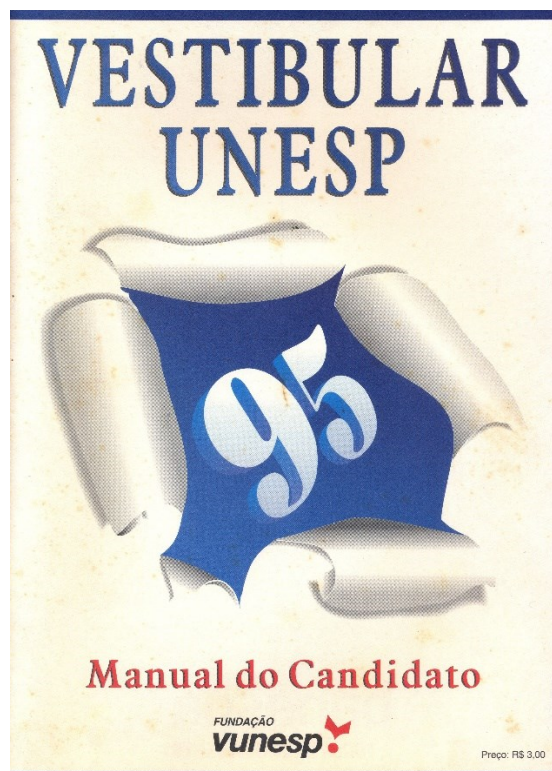


Figura 5: Capa da Manual do Candidato, da UNESP (1994).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Assim, em dezembro de 1994, segui para o vestibular, certo de que me tornaria um professor, e essa escolha seria pela Física. Fui aprovado em terceiro lugar na seleção, e em 1995 comecei o curso na expectativa de que encontrasse lá tudo que fosse necessário para atingir meu objetivo. Obviamente, deparei-me com uma série de lacunas na formação inicial, que hoje as enxergo com mais clareza, pois o curso, apesar de ser exclusivamente licenciatura, trazia marcas de seus docentes e de seus interesses particulares por suas áreas de pesquisa em Física pura ou aplicada. Isso fazia com que o curso fosse uma espécie de misto entre a formação de um físico com pitadas de docência. Aquilo não me fez desistir, em absoluto. Sabia que estava ali para me preparar para o retorno às escolas como professor.

No decorrer do curso, vi colegas seguirem para laboratórios, cooptados por docentes para se filiarem as suas pesquisas. Não me via como pesquisador e, portanto, pouco interesse tinha naqueles laboratórios. Não tinha eco com minha sala de aula, mas segui com o curso, nos seus diferentes componentes curriculares.



Figura 6: Aula com o Prof. Momotaro, na disciplina Estrutura da Matéria I (1997).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Em um início de ano letivo, numa palestra de apresentação do curso aos calouros, soube da existência de um docente da universidade que se dedicava a pesquisar sobre Ensino de Física, algo que soava estranho para mim, pois não sabia que existia esse campo de estudo. Como meu curso era uma espécie de três anos de bacharelado disfarçado, mais um ano com enfoque na licenciatura, só teria acesso àquele professor no último ano de curso. Decidi, daí a alguns dias, procurá-lo em seu departamento, que não era o de Física, mas sim, o de Educação. Ficava numa parte meio escondida do campus, onde nunca tinha nem ao menos passado. Isso já mostrava o distanciamento estrutural que havia entre ele e nós, licenciandos.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA CAMPUS UNIVERSITARIO DE SAURU FACULDADE DE CIENCIAS						
HISTORICO CURRICULO						
NUMERO DO ALUNO: 9520791		NOME: MARCOS DANIEL LONGUINI			CODIGO : 1601	
LICENCIATURA EM FISICA						
CODIGO	DISCIPLINA	CH	MF	%FREQ	A/S	SITUAÇÃO
1. TERMO						
0001010	GEOMETRIA ANALITICA	90	8,0	100	95/1	APROVADO
0001011	FISICA GERAL I	60	8,2	100	95/1	APROVADO
0001012	LAB DE FISICA GERAL I	30	7,2	100	95/1	APROVADO
0001013	CALC DIFERENCIAL E INTEGRAL I	90	6,7	98	95/1	APROVADO
0001014	FISICA COMPUTACIONAL I	60	5,0	100	95/1	APROVADO
0000027	EDUCACAO FISICA					N.CURSOU
2. TERMO						
0001020	FISICA GERAL II	60	7,1	97	95/2	APROVADO
0001021	LAB DE FISICA GERAL II	30	5,2	100	95/2	APROVADO
0001022	CALC DIFERENCIAL E INTEGRAL II	90	6,0	100	95/2	APROVADO
0001023	CALCULO NUMERICO	90	7,4	94	95/2	APROVADO
0001024	FISICA COMPUTACIONAL II	60	5,0	97	95/2	APROVADO
3. TERMO						
0000772	LAB QUIMICA GERAL E INORGANICA	30	9,4	100	96/1	APROVADO
0001109	FISICA GERAL III	60	5,5	97	96/1	APROVADO
0001110	LAB DE FISICA GERAL III	30	7,2	100	96/1	APROVADO
0001111	CALC DIFERENCIAL E INTEGRAL III	60	5,3	100	96/1	APROVADO
0001112	ALGEBRA LINEAR	60	7,4	100	96/1	APROVADO
0001113	QUIMICA GERAL E INORGANICA (FIS)	90	7,5	100	96/1	APROVADO
4. TERMO						
0001143	FISICA GERAL IV					N.CURSOU
0001144	LAB DE FISICA GERAL IV					N.CURSOU
0001145	CALC DIFERENCIAL E INTEGRAL IV					N.CURSOU
0001146	TERMODINAMICA					N.CURSOU
0001147	QUIMICA ORGANICA					N.CURSOU
5. TERMO						
0001148	PSICOLOGIA DA EDUCACAO I					N.CURSOU
0001150	FISICA GERAL V					N.CURSOU
0001151	LAB DE FISICA GERAL V					N.CURSOU
0001152	FISICA MATEMATICA					N.CURSOU
0001153	ELETROMAGNETISMO					N.CURSOU
0001154	LAB DE ELETROMAGNETISMO					N.CURSOU
6. TERMO						
0000177	DIDATICA					N.CURSOU
0000932	MECANICA ANALITICA					N.CURSOU
0001155	INSTRUMENTACAO P/ ENS DA FIS I					N.CURSOU
0001156	PSICOLOGIA DA EDUCACAO II (FIS)					N.CURSOU
0001157	ESTRUTURA DA MATERIA I					N.CURSOU

CONTINUA ...

Figura 7: Histórico escolar da graduação, ao final do terceiro semestre (1996)

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Confesso que apesar de me receber bem, ele não se mostrou pronto a me orientar em algum estudo de iniciação à pesquisa em ensino de Física. Entregou-me um gigantesco livro de atas de um evento da área e pediu para que eu lesse algo de que me interessasse e voltasse no semestre seguinte. Com meu senso de persistência, assim o fiz. Talvez não tendo como fugir de minha insistente busca, aquele professor aceitou me orientar. À época, desenvolvi um trabalho modesto com estudantes de Ensino Médio sobre um tema

de Física, além de ajudar mestrandos, orientados por aquele mesmo professor, em algumas tarefas mais braçais, como acabava acontecendo nessa espécie de hierarquia acadêmica.

No último ano de meu curso de graduação, tive minha primeira experiência como docente num ambiente oficialmente reconhecido como escola e, portanto, além das paredes de minha sala de aula particular, no quarto da casa de minha avó. Foi um trabalho com Física para alunos dos anos iniciais em uma escola privada em Itápolis. Vivi uma experiência gratificante, pois as crianças são libertas para perguntar o que lhes vêm à mente, e livre de equações e fórmulas, a Física resgatava o seu real sentido: o estudo da natureza.



Figura 8: Atividades de Física com crianças dos anos iniciais (1998).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Com o término do curso de licenciatura em 1998, ingressei no ano seguinte como professor da rede oficial de ensino do Estado de São Paulo, numa cidade vizinha à minha, ensinando Física em apenas 3 aulas semanais, mas Matemática em outras 27. De certa maneira, revivi minha ideia docente inicial naquele ingresso. Foi um período difícil, pois as questões não respondidas pela formação inicial batiam à porta, e tive que aprender a resolvê-las por tentativa de erro. Muitas errei, algumas poucas eu acertei.



Figura 9: Colação de grau do curso de Licenciatura em Física (1998).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O início oficial na carreira também foi um período trabalhoso, pois naquele mesmo ano ingressara no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, na mesma universidade onde cursara a graduação, visando avançar em meus estudos de iniciação científica. Precisava conciliar minhas aulas na rede pública em uma cidade, os estudos em outra, e morava numa terceira. Mas via que aquele não era um desafio só meu, pois os colegas de Mestrado também enfrentavam, em alguma medida, cenários parecidos.

Com o término do Mestrado, era natural a continuidade em nível de Doutorado. Decidi que deveria ampliar o campo de estudo, saindo da Educação em Ciências e indo para a Educação em sentido mais amplo. Concorri a uma vaga no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos/SP, na linha de Metodologia do Ensino. Ingressei em 2002. Ao mesmo tempo, seguia com as aulas na rede pública estadual, em escolas particulares e tive a primeira experiência no ensino superior, ministrando Metodologia do Ensino de Ciências no curso de Pedagogia de uma faculdade particular. Apesar do ritmo de vida acelerado, ainda me dividindo entre cidades, aquelas experiências foram enriquecedoras para minha formação profissional.

No final de 2002, recebi um e-mail com um edital de concurso para professor de Prática de Ensino de Ciências para a Escola de Odontologia e Farmácia de Alfenas/Centro Universitário Federal (Efoa/Ceufe), sul de Minas Gerais. Participei daquele concurso, e dentre os 10 inscritos, fui classificado em primeiro lugar. Iniciei o trabalho naquela instituição em março de 2003, e um novo universo profissional se abriu para mim, rearranjando os fios da história. Meus alunos eram exclusivamente do curso de Ciências

Biológicas, e com eles aprendi a desenvolver um olhar interessante para a Biologia, ao mesmo tempo que também levava a eles pontos de vista da Física. Foi um processo enriquecedor, e como a instituição estava em franca expansão, havia liberdade para criação do que a mente permitisse.



Figura 10: Alunos da disciplina de Prática de Ensino de Ciências, do curso de Ciências Biológicas, em visita à Estação Ciência, em São Paulo (2007).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Paralelamente ao curso de Doutorado, seguia como docente daquela instituição, que alguns anos depois viera a se tornar Universidade Federal de Alfenas. Foi naquele mesmo contexto que tive contato muito próximo com ações de extensão desenvolvidas por uma colega professora de departamento, da área de Geociências, e que atuava com a formação continuada de professores nesta temática. Era um campo novo para mim, mas me aventurava nele. Gostava muito de ir com os grupos de cursistas nas saídas a campo na região, tentando aprender sobre uma área de estudo que não tivera na formação inicial, mas que, em alguma medida, me trazia memórias da Geografia do primeiro grau.

Aquele contato próximo com as atividades de extensão também me instigou a desenvolver ações por mim planejadas. Organizei cursos de formação continuada em ensino de Física para os anos iniciais da rede pública municipal, resgatando aquela minha primeira experiência profissional que tivera em uma escola de verdade. Era muito prazeroso ver os docentes vencendo lacunas de sua formação inicial, uma vez que quase nada aprenderam de Física em suas formações iniciais. Da mesma forma, era interessante

ver a satisfação deles em perceber que podiam trabalhar com seus alunos empregando recursos simples, como os que eu usava nos cursos.

Naquelas ações, cada vez mais frequentes nos cinco anos em que atuei naquela universidade, notei que havia possibilidade de diversificar os temas trabalhados. Deliberadamente, puxei os fios da trama para que ela se ampliasse, e pensei que a Astronomia, assim como a Física, era um campo de conhecimento carente e que gerava uma dose de curiosidade entre os docentes. Como grande parte dos cursos de formação inicial, no meu também não tivera nada voltado especificamente para a Astronomia, exceto alguns tópicos que são abordados em algumas áreas da Física. Sendo assim, comecei num movimento crescente de estudos por conta própria em Astronomia, ao estilo do que fizera no Ensino Médio com as disciplinas de Física e Química. De novo, os livros foram meus parceiros. Quando me senti relativamente seguro, tanto nos conteúdos quanto em estratégias pedagógicas, passei a oferecer cursos de formação continuada não só em Física, mas também em Astronomia.

No final de 2007, deixei a Universidade Federal de Alfenas e, por meio de uma permuta, mudei-me para a Universidade Federal de Uberlândia, pois Iara, minha esposa, também professora, havia passado em um concurso e já atuava nesta instituição. Assim como ela, comecei a trabalhar com Didática Geral em diferentes cursos de licenciatura, além de Estágio Supervisionado no curso de Pedagogia. Todavia, trouxera a semente dos cursos de formação continuada, e seria natural sua continuidade em Uberlândia. Assim o fiz, e em parceria com o Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta Diniz (CEMEPE), a partir de 2008, várias versões daqueles cursos foram desenvolvidas. Como é natural ocorrer, as propostas foram sendo amadurecidas, novos recursos adicionados, novas parcerias firmadas, inclusive passando a contar com a participação de orientandos de Mestrado e Doutorado, uma vez que passara a integrar o Programa de Pós-graduação em Educação da universidade.

Como a vida pessoal não se separa da profissional, entendo que uma alimenta a outra. O contato com colegas que faziam trajetos de bicicleta no entorno da cidade me levou também a comprar uma e seguir com eles. Isso me permitiu conhecer lugares que não seriam explorados de outra forma, além de uma relação bastante estreita com a paisagem e a natureza locais, uma vez que a bicicleta te coloca na dimensão e na velocidade do humano, que passa devagar e percebe onde está. Aquele olhar atento aos mapas foi transferido para a paisagem, para o relevo, para as plantas, para o solo e para os lugarejos. Resgatei elementos aprendidos nos cursos de formação continuada em

Geociências de Alfenas, assim como aqueles do ambiente natural, também despertados pelos meus alunos da Biologia.



Figura 11: Visita de bicicleta ao distrito de Miraporanga, Uberlândia (2017).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Esse contato ampliado com as Ciências Naturais também esteve presente nas ações de formação continuada, quando em 2017, em parceria com colegas, elaborei um curso cujo tema central foi a “vida no universo”. Ele requereu uma intersecção entre diferentes campos do saber, como a Biologia, a Química, a Física, a Geologia e a Astronomia; algo que hoje é conhecido como Astrobiologia. Foi uma atividade interessante, desenvolvida com cerca de 20 docentes e que requereu de mim ampliar meus estudos para além do que tivera na formação inicial. Os livros de novo...



Figura 12: Participantes do curso “Universo e vida” (2017).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Pude carregar para dentro do curso de Pedagogia parte destes recortes de minha formação a partir do momento em que passei a ministrar a disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências, em 2017. Também foi a oportunidade de rever a formação do docente dos anos iniciais e perceber quão carentes eles são no campo das Ciências Naturais, o que reflete no cenário que vejo nos cursos de formação continuada. Todavia, entendo que nem tudo cabe dentro de um curso de quatro anos de duração, e que a formação em serviço tem um papel fundamental a desempenhar.

No decorrer das aulas no curso de Pedagogia, procurava trazer alguns elementos dessas áreas de conhecimento das Ciências Naturais, inclusive levando os alunos para ambientes naturais e espaços alternativos à sala de aula, muitos deles descobertos embarcado em minha bicicleta. A reação de muitos estudantes é de perceberem que precisavam ampliar a formação em Ciências naturais, mas ao mesmo tempo, esbarravam no pouco tempo de que dispunham para isso.



Figura 13: Turma de Metodologia do Ensino de Ciências, do curso de Pedagogia, em visita ao Parque Municipal Victório Siquieroli (2017).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Realizei várias sondagens entre eles de modo a identificar possibilidades de horários disponíveis para realizar ações formativas, mas o problema residia sempre na famigerada disponibilidade. Então vivíamos o embate entre a necessidade e a disponibilidade, uma vez que são, em sua maioria, estudantes trabalhadores, e que não contam com horários para estarem na universidade além daquele de suas aulas regulares.

Abrindo uma pequena janela na sequência temporal, destaco que em 2013 participei da elaboração do material da disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências para o curso de Pedagogia da UFU, na modalidade a distância. À época, também cursara uma formação sobre a plataforma Moodle, onde aquela graduação fora alocada. Naquele ano, ainda não atuava na mesma disciplina no curso presencial. Em 2019, fui convidado a revisar o mesmo material anteriormente produzido, tendo em vista a oferta para uma nova turma de Pedagogia a distância. Ao fazer essa atividade, pude repensar no que havia produzido e, comparando-o ao que estava usando no curso presencial, percebi que muito poderia ser aproveitado. Isso despertou em mim um olhar para a Educação a distância na direção de ser trabalhado em parceria com as aulas presenciais.

Voltando às minhas aulas com a turma presencial, e nos embates de formação em Ciências e na carência de disponibilidade deles, fui pensando em como ações a distância

poderiam vir a suprir lacunas da formação inicial daqueles mesmos alunos e que não tinham condições de serem desenvolvidas presencialmente. Assim, em 2020 comecei a planejar um curso de formação continuada em Astronomia, baseando-me nas experiências anteriores, mas que tivesse parte de suas atividades feitas na plataforma Moodle; portanto, os estudantes poderiam fazer no horário mais oportuno para cada um. A outra parte seria composta por atividades práticas realizadas em alguns encontros pontuais ao longo do tempo, eventualmente facilitando a possibilidade de acesso àqueles com pouco possibilidade de vir à universidade fora do horário regular.

Também em 2020 o mundo se viu frente à crise causada pela pandemia do novo Coronavírus, causando limitações de acesso dos alunos às escolas e universidades. O curso que estava elaborando teve que ser repensado, uma vez que não mais seria possível os encontros presenciais, ainda que esporádicos. Naquele mesmo momento, a universidade lançou o programa Rede de Extensão UFUemCASA, visando ações de extensão que pudessem ser ofertadas durante o período de suspensão do calendário escolar.

Na ocasião, ajustei o curso, que até então estava em fase de desenvolvimento, de modo que pudesse ser ofertado na modalidade exclusivamente a distância. Houve cerca de 250 inscritos, dentre eles alunos de diferentes cursos de licenciatura da universidade, mas também docentes de diferentes partes do país. Houve avaliações bastante favoráveis por parte dos inscritos sobre o curso desenvolvido e sugestões de melhorias para futuras edições. Naquele mesmo ano, fiz alguns ajustes no curso, e ainda no contexto da pandemia, ofertei uma nova turma, com 380 interessados. Apesar das controversas que existem em torno da Educação a distância, as duas experiências puderam me mostrar tanto limites e problemas de trabalhar com um curso dessa forma, quanto potencialidades dessa mesma forma de fazer educação.

Naquele mesmo ano tive contato, por meio de um artigo científico, de um curso que integra diferentes campos do conhecimento, juntando Astronomia, Biologia, Química, Matemática, Física, Geociências, História, Geografia e algumas outras áreas das Ciências Humanas, além da relação com o Meio Ambiente. Vi nessa junção algo que ia ao encontro do movimento que, mesmo inconscientemente, vinha fazendo. Parecia confluir em uma frente só minhas diversas trajetórias, num círculo cada vez mais abrangente e interrelacionado na tentativa por dar sentido ao mundo natural.

Procurei conhecer mais sobre a proposta, conhecida por a “Grande História”. Ela foi inicialmente sistematizada pelo professor David Christian, de uma universidade

australiana, a partir da qual alguns materiais foram publicados. Também há a disponibilidade de conhecer melhor a proposta na forma de um curso, ofertado na modalidade a distância, todo ele em língua inglesa. Li sobre os materiais, fiz o curso e me interessei pela proposta, vislumbrando trabalhá-la com os alunos e professores do nosso cenário.

Foi assim que cheguei à versão do curso que compõe este trabalho, o qual intitulei “O Universo *e(m)* nós”, o qual buscou estabelecer relações de nossa história como seres humanos na Terra *E* a história do Universo. Todavia, nós não somos somente fruto de circunstâncias ocorridas na Terra nos últimos milhares de anos, mas trazemos em nossa própria essência a história dos 13,6 bilhões de anos do Universo, na medida em que a matéria da qual somos feitos foi forjada em processos que começaram na origem de tudo. Nesse sentido, entendo que o Universo também está *EM* nós.

Da mesma forma que fios tecem a trama da história de vida de cada um, a história do Universo e, por consequência, a nossa nele, também pode ser contada por meios de fios que se desenrolam, inter cruzam e, por vezes, estabelecem *NÓS*, que são a conexão de diferentes pontas e onde há mudanças de sentido na trama. Inspirado na estrutura dos oito limiares que David Christian propôs na Grande História, abordei a estrutura da trama desse curso em oito nós, que revelam as grandes mudanças no tecido cósmico que ocorreram ao longo de 13,6 bilhões de anos do Universo.

Todavia, num cenário de conhecimentos cada vez mais fragmentados, seria essa uma possibilidade de enxergarmos a relação entre a parte e o todo? Seria esse um caminho para visualizarmos conexões entre diferentes campos de conhecimento, que via de regra, nos espaços de formação, são tratados de modo estanque? Os participantes, professores em serviço de diferentes áreas de conhecimento e alunos de licenciatura, enxergariam esse potencial na “Grande História”? É no desdobramento destas questões que a presente tese irá se enveredar.

CAPÍTULO II

O Universo e(m) nós

2.1 A história por detrás da “Grande História”

O que cabe numa história? Onde ela começa e onde termina? Há limites que estabelecem estas fronteiras? Para David Christian, desde 1989, esses limites, se é que existem, têm sido alargados. Como historiador, especialista em história da Rússia, naquele referido ano começou a ministrar um curso sobre a “história de tudo”, na Universidade Macquarie, em Sydney, Austrália. Para ele, ampliar os limites de onde se começa a contar a história daria uma visão mais ampla da humanidade, para além de uma concepção reducionista de que os fatos descritos são sempre acerca da disputa entre grupos rivais ou países concorrentes. A humanidade, para ele, é mais do que territórios em disputa e incentivar esta visão mais abrangente, à época, era ainda mais importante, pois o mundo vivia sob tensão constante, oriunda da crise entre os blocos capitalista e socialista (CHRISTIAN, 2019).

Nesse sentido, a história da humanidade, para ele, deveria ganhar novos contornos, expandindo suas fronteiras e criando novas áreas de interseção. Segundo o autor,

Para entender a história da humanidade, é preciso entender como uma espécie tão estranha evoluiu, o que significa aprender sobre a evolução da vida no planeta Terra, o que significa aprender sobre a evolução do planeta Terra, o que significa aprender sobre a evolução das estrelas e planetas, o que significa saber sobre a evolução do universo. (CHRISTIAN, 2019, p.9)

Como se vê, as fronteiras marcadas por uma história definida como o percurso do homem na Terra desde a invenção da escrita sofrem uma severa ressignificação e ampliação. A essa visão ou a essa história ampliada, que vai da origem do universo aos dias atuais, David Christian chama de a “Grande História” (CHRISTIAN, 2019). Trata-se, segundo ele, de uma espécie de “mito” moderno da criação, ou uma história global das origens.

A busca por uma explicação unificadora para tudo o que vemos não é inédita. No campo acadêmico, segundo citam García-Moreno *et al.* (2014), Alexandre de Humboldt

(1769 - 1859) é considerado o pioneiro da “Grande História”. Diferentemente de eruditos da época, que construíam narrativas históricas baseadas nos fatos patrióticos dos recém criados estados-nação, em sua obra, intitulada *Kosmos*, Humboldt busca trazer uma história cósmica do universo. Entretanto, o desenvolvimento crescente da história atrelada aos fatos patrióticos, e a crescente especialização (e fragmentação, claro) da ciência, fez com que sua iniciativa não ganhasse força e por todo o século XIX nada de parecido emergiu. Um novo fôlego nesta direção surgiu com a criação da Teoria dos Sistemas na década de 1970, e também com uma visão mais reflexiva sobre o planeta Terra, trazida por ambientalistas, a partir da primeira foto de nosso planeta feita do espaço, depois que o homem foi enviado à Lua.

Quando deixamos o campo acadêmico, também verificamos que há diversas histórias com tentativas de unificação do conhecimento. As próprias explicações para a origem do mundo e do homem nele vão nesta direção, ou seja, basta vermos nas mais diferentes religiões as múltiplas formas que o homem tem de explicar a origem de tudo, algumas delas em total conflito ou discordância entre si. Isso ocorre, segundo o autor, porque as teorias para explicar o tudo nascem no bojo da cultura e dos costumes locais, logo, são expressões da forma particular que um grupo de pessoas veem o todo. Todavia, com as ferramentas que estreitaram distâncias e facilitaram a comunicação, ou seja, num cenário de globalização, até mesmo as pessoas de verdadeira fé, segundo ele afirma, têm percebido que a sua forma de explicar o todo é apenas uma dentre tantas outras existentes. A reação a isto tem sido por vezes agressiva, violenta, como temos visto ocorrer na forma de conflitos; outras vezes tem incentivado a uma perda da fé por parte dessas pessoas, uma espécie de apatia que deixou suas marcas na literatura, na filosofia e nas artes do século XX (CHRISTIAN, 2019). Para o autor, um substituto desta fé foi, em certa medida, o sentimento de nacionalismo, uma vez que ele traz a sensação de pertencimento a um coletivo, mas que, na verdade, acabou por acirrar ainda mais as fronteiras e a dividir as pessoas.

É neste seio que David Christian entende que a ciência pode trazer uma forma ampliada de entendermos nosso passado e o que nos trouxe até aqui. E essa nova narrativa não pertence à cultura específica de um grupo de pessoas, ou é dependente de um deus criador, mas sim, do esforço coletivo de uma comunidade global, que se debruça em torno de algo chamado ‘ciência’. Para Christian, essa forma de contar o curso de nosso desfile pelo tempo traz ganhos de precisão, quando afirma que:

Hoje, nós humanos podemos contar a história do desfile melhor do que nunca. Podemos determinar com notável precisão o que nos espreita lá fora, a bilhões de anos-luz da Terra, assim como o que aconteceu há bilhões de anos. Podemos fazer isso porque temos muito mais peças do quebra-cabeça do conhecimento, o que torna mais fácil imaginar o quadro inteiro. Trata-se de uma conquista espantosa e muito recente. Muitas das peças da história de nossa origem se encaixaram durante o período de minha existência. (CHRISTIAN, 2019, p.14)

Para o autor, isso não quer dizer que a versão oferecida seja completa ou a cópia mais fiel da realidade. Para ele, a história moderna das origens está em construção, com peças que ainda faltam ser encontradas e outras ainda por serem arranjadas, o que traz em si também o sentimento de mistério e encantamento.

Assim, percebe-se que para entender a “Grande História” não podemos nos limitar a estudar apenas um campo de conhecimento, uma vez que ela integra, na visão de García-Moreno *et al.* (2014), um conjunto de disciplinas que se ocupam do conhecimento do Cosmos, da Terra, da Vida e da Humanidade. Trata-se, obviamente, de uma história em construção, uma vez que à medida que o conhecimento avança, novas peças são adicionadas, outras reorganizadas.

Ainda que retratada como uma trama de áreas diferentes do conhecimento, há uma espinha dorsal em torno da qual a “Grande História” está alicerçada: a ideia de complexidade crescente. Quando sistemas se tornam mais complexos, tornam-se também mais organizados e para tal, energia é necessária. Para se atingir estados cada vez mais organizados e complexos, é necessário que se atinjam condições que permitam esse rearranjo. Essa é a narrativa central da “Grande História” e a forma como está estruturada, ou seja, mais do que se deter a datas ou fatos isolados, ela tenta fazer uma construção lógica organizada em patamares fundamentais, chamados de *limiares*. Segundo Christian (2019, p.23), “eles enfatizam pontos de virada, quando as coisas já existentes foram rearranjadas ou alteradas para criar algo com novas propriedades ‘emergentes’, atributos que nunca existiram antes.”

São oito os limiares que o autor traz para fazer a narrativa, os quais seguem não só a história cronológica de nossa origem, mas os níveis crescentes de complexidade. Resumidamente, são eles: 1- *Big Bang*; 2- primeiras estrelas; 3- elementos químicos; 4- Sistema Solar e Terra; 5- vida; 6- primeiros humanos; 7- agricultura e civilização; 8 - a era dos homens. Por fim, não necessariamente na forma de um nono limiar, mas como um exercício de pensar em perspectivas e horizontes, a “Grande História” deixa um rol

de questionamentos a respeito do futuro do homem na Terra, da própria Terra e do Universo como um todo.

Propostas de trabalhar com a “Grande História” não se detiveram à Universidade Macquarie, onde seu ensino teve início, pois outras instituições tiveram a iniciativa de desenvolver cursos com esse mesmo teor. Em 2014, à época da publicação do artigo de García-Moreno *et al.* (2014), tratava-se também da Universidade da Califórnia, em Berkeley e a Universidade de Amsterdam, na Holanda. Além delas, segundo os mesmos autores, a proposta tem avançado para etapas mais básicas da Educação, como o ensino secundário e o “bachillerato” na Austrália, Estados Unidos e Coreia.

O curso tem sido oferecido em plataformas digitais, via de regra, como MOOCs (*Massive Open Online Course*). Na pesquisa realizada na ocasião da escrita deste texto, foram localizados os seguintes cursos:

- ofertado em Língua Inglesa, pela Universidade Macquarie, da Austrália, utiliza a plataforma Coursera¹. É intitulado: “Grande História – conectando o conhecimento”;
- ofertado, em Língua Inglesa, pela *Khan Academy*, utiliza plataforma da própria instituição². Recebe o título de “*Big History Project*”;
- ofertado em Língua Inglesa, pela Universidade de Amsterdam, utiliza a plataforma Coursera³. É intitulado: “*Big History – from de Big Bang until today*”;
- ofertado em Língua Inglesa, pela Universidade de Yale, utiliza a plataforma Coursera⁴. Recebe o título de: “*Journey of the Universe – the unfolding of life*”.

Há ainda um canal no *YouTube*, chamado *CrashCourse*⁵, com origem nos Estados Unidos, que abriga uma coletânea de vídeos na forma cursos de diversas áreas do conhecimento, dentre eles, uma série de 10 episódios chamados de “*Crash Course Big History*”, que abordam os temas centrais da “Grande História”.

Atualmente, há um instituto dedicado ao tema, chamado de “*International Big History Association*” – IBHA⁶, com sede na Pennsylvania, Estados Unidos. A página,

¹ Página do curso: <https://www.coursera.org/learn/big-history> Acesso em junho/2020.

² Página do curso: <https://www.khanacademy.org/partner-content/big-history-project> Acesso em junho/2020.

³ Página do curso: <https://www.coursera.org/learn/bighistory/> Acesso em junho/2020.

⁴ Página do curso: <https://www.coursera.org/learn/journey-of-the-universe> Acesso em junho/2020.

⁵ Página do canal no YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UCX6b17PVsYBQ0ip5gyeme-Q> Acesso em junho/2020.

⁶ Página oficial da Associação: <https://bighistory.org/> Acesso em junho/2020.

toda em Língua Inglesa, traz uma síntese do que é a “Grande História”, um jornal sobre o projeto com números disponíveis desde 2017, acesso a outras instituições parceiras do projeto em diferentes partes do mundo; informações sobre conferências realizadas desde 2012, notícias de ações relacionadas ao projeto, um canal para doações e formulário para se registrar como membro da associação, com pagamento de anuidades que, segundo a página, mantêm a instituição.

Como tentativa de divulgar a “Grande História”, há um projeto chamado de *Big History Project*⁷, todo ele também em Língua Inglesa. Segundo informações disponibilizadas na página oficial, trata-se de uma parceria entre David Christian e Bill Gates, sendo que este último provê ajuda contínua ao programa para mantê-lo gratuito e de acesso público. Trata-se de uma ação na qual juntaram esforços de professores, estudiosos e cientistas, que compõem uma equipe multidisciplinar, que propuseram um currículo de um curso para estudantes de Ensino Médio, e que também pode ser direcionado ao público geral.

Para ter acesso a todo o conteúdo, é necessário realizar um cadastro prévio na página oficial do projeto, que é direcionado a estudantes, professores e demais público interessado. No caso de docentes, depois de se cadastrar, há a possibilidade de fazer um curso *online*, organizado em oito blocos de conteúdo, contendo videoaulas, textos e atividades. Após ter participado do curso, supõe-se que o professor estará preparado para trabalhar com o assunto com seus estudantes.

O curso direcionado aos docentes está estruturado nas seguintes partes e sessões:

Quadro 1: Conteúdos presentes no curso oferecido pelo *Big History Project*.

Parte 1 (contém 3 sessões com duração total de 3h53min)	
Sessão 1	O que esperar
	A história de todas as coisas
	Como o curso é estruturado
	A comunidade de professores do projeto
Explore as unidades 1, 2 e 3	
Sessão 2	Conectando os pontos
	Ensinando coerência (rotinas)
	Limiar 1: O <i>Big Bang</i>
	Limiar 2: Estrelas “acendem”
	Limiar 3: Novos elementos químicos
Explore as unidades 4 e 5	
Sessão 3	Pensamento crítico
	Ensinar a ler
	Limiar 4: Terra e nosso Sistema Solar

⁷ Página do projeto: <https://www.oerproject.com/Big-History> Acesso em junho/2020

	Limiar 5: Vida
	Explore a unidade 6
Parte 2 (contém 3 sessões com duração total de 4h12min)	
Sessão 4	Ensinar a escrever
	Pesquisa e investigação
	Engajamento com vídeos
	Configurando a classe
	Limiar 6: Aprendizagem coletiva
	Explore a unidade 7
Sessão 5	Casualidade
	Pequena Grande História
	Limiar 7: Agricultura e civilização
	Explore unidades 8 e 9
Sessão 6	Conselho para professores
	Planejando seu ano
	Participação na pesquisa do Projeto Grande História
	Limiar 8: A Revolução Moderna
	Explore a unidade 10
	Planos de curso
Parte 3 (contém 2 sessões com duração total de 4h46min)	
Sessão 7	Prática para avaliar seu progresso no curso
	Narrativa e limiares
	Escala
	Disciplinas
Sessão 8	Práticas de progressão no curso: uma revisão
	Teste de arguição
	Leitura
	Escrita
	Causa

Fonte: <https://www.oerproject.com/Big-History> (tradução nossa)

Para os professores trabalharem com estudantes, o projeto traz uma estrutura curricular pronta, na qual se apresenta a distribuição de conteúdos e atividades para serem desenvolvidos ao longo de um semestre ou de um ano, o que cabe ao docente escolher frente as suas condições de trabalho. Textos, vídeos e atividades são alocados na página do curso e o docente cadastrado tem acesso gratuitamente a todos estes recursos. Apresento, a seguir, a estrutura completa do curso para estudantes, com sua divisão em unidades e subunidades:

Quadro 2: Unidades e tópicos que compõem o curso direcionado a estudantes.

Unidade 1: O que é a Grande História?	
1.0 Bem-vindo à Grande História	Atividade: História como mistério
	Atividade: O mistério da Ilha de Páscoa
	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Vídeo: O que é Grande História?
	Vídeo: <i>Crash course</i> – A Grande História
	Atividade: Caça ao tesouro no site da Grande História
	Vídeo: A Grande História sobre tudo
	Encerramento: Investigação 0
1.1 Escala	Atividade: Escala – história sobre mim
	Vídeo: Escala – o Sistema Solar
	Atividade: Rastreamento de vocabulário
	Atividade: Jogo do nome do limiar
	Leitura: Visão geral da Grande História
	Atividade: Questões dirigidas
	Atividade: Escala – Grande escala em um campo de futebol
	Atividade: Escala – História humana em uma corda
	Atividade: Escala – linhas do tempo
1.2 Histórias de origens	Vídeo: Grandes questões
	Atividade: Introdução às histórias de origens
	Atividade: Coleção de artigos sobre histórias de origens
	Leitura: Cosmologia e fé
1.3 Teste de arguição	Abertura: Julgamento relâmpago na forma de teste de arguição
	Atividade: Questões dirigidas
	Atividade: Vocabulário – mapa conceitual da unidade 1
	Leitura: Abordagens do conhecimento
	Vídeo: Como nós decidimos no que acreditar?
	Atividade: Testes de arguição – o que são testes de arguição?
	Atividade: Analisando a escrita investigativa – arguição e foco
	Encerramento: Investigação 1
1.4 Medidas de comparação e relógios	Abertura: Medindo grandes distâncias (Parte 1)
	Leitura: Como nós encontramos a distância até o Sol?
	Vídeo: <i>Crash course</i> – distâncias
	Atividade: Medindo distâncias usando paralaxe
	Vídeo: Que idade tem a Terra?
	Atividade: Modelando a medida do tempo usando radioatividade
	Encerramento: Medindo grandes distâncias (Parte 2)
Unidade 2: O Big Bang	
2.0 O Big Bang	Abertura: Causas – desastres naturais
	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Vídeo: A Grande História sobre tudo
	Leitura: Complexidade e limiares
	Leitura: Limiar 1 – o Big Bang
	Atividade: Narrativas e limiares – o Big Bang
	Vídeo: Limiar 1 – o Big Bang
	Atividade: Este limiar hoje

	Vídeo: Questões sobre o Big Bang
	Encerramento: Infográfico do Big Bang
2.1 Como a nossa compreensão do Universo mudou?	Atividade: Teste de arguição – autoridade
	Abertura: Questões dirigidas
	Atividade: Vocabulário – buscando palavras
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – por que a evolução cósmica importa.
	Atividade: Escala – construção de uma linha do tempo com visões diferentes
	Atividade: Debate sobre visões a respeito do Universo
2.2 Quais são as disciplinas?	Abertura: Disciplinas – quem sabe o quê?
	Atividade: Questões dirigidas
	Atividade: Vocabulário – roda de palavras
	Vídeo: Estamos sozinhos?
	Vídeo: Meios de conhecer – introdução à Cosmologia
	Atividade: Disciplinas – o que nós sabemos? O que nós perguntamos?
	Atividade: Analisando escrita investigativa – uso da evidência
	Encerramento: Investigação 2
2.3 Meios de conhecer: o Universo em expansão	Abertura: Demonstração do Efeito Doppler
	Vídeo: Onde é que o Universo está se expandindo?
	Atividade: Balão do Big Bang
	Vídeo: O Universo em expansão de Hubble, o desvio para o vermelho e o Big Bang
	Leitura: Hubble encontra anel fantasma de matéria escura
	Vídeo: O que são matéria escura e energia escura?
	Encerramento: História em quadrinhos do Universo
Unidade 3: Estrelas e elementos	
3.0 Como as estrelas são formadas?	Abertura: A vida de uma estrela
	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Vídeo: Como as estrelas são formadas?
	Leitura: Limiar 2
	Atividade: Narrativas e Limiares – As estrelas acendem
	Vídeo: Limiar 2 – as estrelas acendem
	Vídeo: A Grande História de todas as coisas
	Atividade: Este limiar hoje
	Atividade: Questões dirigidas
	Encerramento: História em quadrinho das estrelas
3.1 Criação dos elementos complexos	Abertura: Ele está ali?
	Leitura: Limiar 3
	Leitura: Narrativas e limiares – novos elementos químicos
	Atividade: Vocabulário – buscando palavras
	Vídeo: Limiar 3 – novos elementos químicos
	Vídeo: O que as estrelas nos dão?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – por que a matéria das estrelas importa
	Atividade: Causa – formação das estrelas (parte 2)
	Leitura: A pequena Grande História da prata
	Encerramento: Elementos super-herói
	Abertura: Teste de arguição – intuição
	Atividade: Questões dirigidas

3.2 Meios de conhecer: estrelas e elementos	Atividade: Vocabulário – palavra de confiança
	Vídeo: Meios de conhecer – introdução à Química
	Atividade: Disciplinas – o que você sabe? O que você pergunta?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – tabela periódica dos elementos
	Leitura: Dmitri Mendeleev – construindo a tabela periódica dos elementos
	Leitura: Marie Curie – química, física e radioatividade
	Atividade: Escala – linhas do tempo e periodização
	Atividade: Analisando escrita investigativa – aplicação de conceitos da Grande História
3.3 Classificação das estrelas	Abertura: Cores das estrelas (parte 1)
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História - estrelas
	Leitura: Classe de luminosidade Morgan-Keenan
	Leitura: Mulher maravilha da História – Annie Jump Cannon
	Atividade: Classe das estrelas – azul, branca, amarela e vermelha
	Encerramento: Cores das estrelas (parte 2)
3.4 Que idade tem o Sol?	Abertura: Fenômeno solar
	Vídeo: Como nós sabemos que idade tem o Sol?
	Leitura: Por que o Sol brilha?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – o Sol
	Encerramento: Festa do plasma
Unidade 4: Nosso Sistema Solar e a Terra	
4.0 Terra e a formação do nosso Sistema Solar	Abertura: Jogo com cartões de planeta
	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Leitura: Limiar 4 – Terra e Sistema Solar
	Leitura: Narrativas e limiares – Terra e Sistema Solar
	Vídeo: Limiar 4 – Terra e Sistema Solar
	Vídeo: Como a Terra e o Sistema Solar se formaram?
	Leitura: Como se formou nosso Sistema Solar
	Atividade: Causas – categorizando causas
	Encerramento: acreção ativa
4.1 Como era a Terra jovem?	Abertura: Analisando a escrita investigativa - organização
	Abertura: Questões dirigidas
	Atividade: Vocabulário – buscando palavras
	Vídeo: Como era a Terra jovem?
	Vídeo: A atmosfera primitiva
	Encerramento: Este limiar hoje – Terra e Sistema Solar
4.2 Por que as placas tectônicas são importantes?	Abertura: <i>Crash course</i> Grande História – O Sistema Solar e a Terra
	Vídeo: As mudanças de nosso globo
	Leitura: Por que somos todos surfistas na lava
	Encerramento: Biografia de um continente
	Abertura: Vocabulário – palavra secreta
	Atividade: Questões dirigidas
	Vídeo: Introdução à Geologia
	Leitura: Alfred Wegener e Harry Hess
	Atividade: Teste de arguição – evidência
	Leitura: Eratóstenes
	Vídeo: Introdução ao Tempo Geológico

4.3 Meios de conhecer: nosso Sistema Solar e a Terra	Leitura: Princípios de Geologia
	Atividade: Disciplinas – o que sabemos? O que perguntamos?
	Atividade: Havia Ciência antes da Revolução Científica?
	Atividade: Revisando a escrita investigativa – arguição e foco
	Encerramento: Investigação 4
4.4 A verdadeira natureza do nosso Sistema Solar	Abertura: Abandonando a superfície da Terra (Parte 1)
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – introdução ao Sistema Solar
	Leitura: Uma breve história de Plutão
	Atividade: Modelo em escala do Sistema Solar
	Vídeo: Escala – Sistema Solar
	Leitura: Cometas – mensageiros da desgraça?
	Encerramento: Abandonando a superfície da Terra (Parte 2)
4.5 Exoplanetas	Abertura: Observando trânsito
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – exoplanetas
	Leitura: Como nós encontramos exoplanetas
	Atividade: Interpretando gráficos de trânsito
	Atividade: O que nós sabemos? O que nós perguntamos?
	Encerramento: Abandonando a superfície da Terra (Parte 3)
Unidade 5: Vida	
5.0 O que é vida?	Abertura: Questões dirigidas
	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Vídeo: A Grande História de todas as coisas
	Atividade: Quão próximos nós estamos relacionados?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – a origem da vida
	Leitura: Vida e propósito
5.1 Como a vida começou?	Abertura: Geração espontânea
	Atividade: Vocabulário – busca de palavras
	Vídeo: Como a vida começou e mudou?
	Leitura: Limiar 5 – Vida sobre a Terra
	Leitura: Narrativas e limiares – vida
	Atividade: São estes os corretos mini limiares da vida?
	Vídeo: Vida em todas as suas formas
	Atividade: Infográfico da árvore da vida
Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – por que o épico evolucionário importa	
5.2 Como a Terra e a vida interagem?	Abertura: Vivendo nos extremos da biosfera
	Atividade: Vocabulário – qual a minha palavra?
	Atividade: Questões dirigidas
	Leitura: O que é biosfera?
	Vídeo: Como a Terra e a vida interagem?
	Atividade: Um ano na vida de uma espécie
	Vídeo: Como nós provamos que um asteroide arrasou com os dinossauros
	Atividade: A viagem do Beagle
	Leitura: Darwin, evolução e fé
	Leitura: Crick, Watson e Franklin
	Vídeo: Códigos
	Atividade: Escala – evolução e linha do tempo da vida

5.3 Meios de conhecer: vida	Atividade: Revisando a escrita investigativa – uso da evidência
	Encerramento: Investigação 5
5.4 Impactos!	Abertura: Prevendo desastre (Parte 1)
	Vídeo: Os três maiores impactos espaciais já vistos
	Leitura: Achado – o primeiro aminoácido em um cometa
	Atividade: Produzindo crateras!
	Vídeo: O meteoro Chelyabinsk – o que nós sabemos
	Encerramento: Prevendo desastre (Parte 2)
Unidade 6: Primeiros humanos	
6.0 Como nossos ancestrais evoluíram	Atividade: Vocabulário - Mural de palavras
	Abertura: Os primeiros ancestrais
	Vídeo: Limiar 6 – Humanos e aprendizagem coletiva
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – evolução humana
	Atividade: História em quadrinhos da Evolução
	Leitura: Lucy e o trabalho de Leakey
	Leitura: Jane Goodall
6.1 Meios de conhecer: primeiros humanos	Atividade: Vocabulário – busca
	Abertura: Questões dirigidas
	Vídeo: Introdução à Antropologia
	Vídeo: Introdução à Arqueologia
	Atividade: Disciplinas – o que nós sabemos? O que nós perguntamos?
	Atividade: A caverna Historos
	Encerramento: O pontapé inicial da pequena Grande História
6.2 Aprendizagem coletiva	Abertura: Rápido julgamento da aprendizagem coletiva
	Leitura: Aprendizagem coletiva (Parte 1)
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – por que a evolução humana importa
	Vídeo: Homem comum
	Vídeo: Primórdios da aprendizagem coletiva
	Atividade: Debate sobre cultura e aprendizagem coletiva
	Encerramento: Causas – Afonso, o camelo
6.3 Como os primeiros humanos viviam?	Abertura: Questões dirigidas
	Vídeo: Como viviam os primeiros seres humanos?
	Leitura: Coletores de alimentos
	Vídeo: Da coleta à compra de alimentos
	Atividade: O menu do caçador-coletor
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – porque a ancestralidade humana importa
	Atividade: Padrões de migração humana
	Atividade: Pequena Grande História – escolhendo o foco
	Atividade: Revisando a escrita investigativa – aplicação de conceitos da Grande História
	Encerramento: Investigação 6
Unidade 7: Agricultura e civilização	
	Atividade: Vocabulário – mural de palavras
	Abertura: Este limiar hoje
	Leitura: Limiar 7 – agricultura
	Vídeo: Limiar 7 – agricultura
	Atividade: Questões dirigidas

7.0 O despontar da agricultura	Vídeo: Por que a agricultura é tão importante?
	Vídeo: Jacqueline Howard apresenta – história dos animais domésticos
	Leitura: Aprendizagem coletiva (Parte 2)
	Atividade: Biografia de uma planta
	Leitura: O que tem para o jantar hoje à noite? Evidência da agricultura primitiva – os primeiros fazendeiros
	Encerramento: A biografia da Pequena Grande História
7.1 As primeiras cidades e Estados aparecem	Atividade: Vocabulário – busca de palavras
	Vídeo: Onde e por que as primeiras cidades e Estados apareceram?
	Atividade: Comparando civilizações
	Leitura: Uruk
	Leitura: Mesoamérica
	Leitura: Jericó
	Leitura: Leste asiático
	Leitura: Greco-romano
	Leitura: Aksum
	Leitura: Gana
	Leitura: Nós não estamos mais no Kansas – a emergência das primeiras cidades
	Leitura: A origem das religiões mundiais
	Encerramento: Museu das civilizações primitivas
Atividade: Comparando mais civilizações	
7.2 Meios de conhecer: agricultura e civilização	Abertura: Status social, poder e sepultamentos humanos
	Vídeo: Introdução à História
	Leitura: Registro e História
	Atividade: Disciplinas – o que nós sabemos? O que nós perguntamos?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – migrações e intensificações
	Atividade: Questões dirigidas
	Leitura: A origem da Agricultura na África – os primeiros fazendeiros no berço da humanidade
	Atividade: Pequena Grande História – questões de pesquisa
	Atividade: Ascensão, queda e colapso de civilizações
	Atividade: Eles foram empurrados ou saltaram?
	Atividade: Revisando a escrita investigativa – sentenças de partida (Parte 1)
Encerramento: Investigação 7	
7.3 O que eu deveria comer?	Abertura: O melhor almoço de todos os tempos (Parte 1)
	Vídeo: Fundamentos dos nutrientes e história da Nutrição
	Leitura: Dieta rica em proteína ajuda gorilas a se manterem magros
	Leitura: Para muitas pessoas comer besouros é natural
	Atividade: Caça nutricional
	Vídeo: A real dieta do Paleolítico
	Encerramento: O melhor almoço de todos os tempos (Parte 2)
Unidade 8: Expansão e Interconexão	
	Abertura: O que causou expansão?
	Abertura: Vocabulário – mural de palavras
	Atividade: Questões dirigidas

8.0 Expansão	Vídeo: Porque as civilizações expandiram?
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – A Revolução Moderna
	Atividade: O jogo das zonas mundiais
	Leitura: as quatro zonas mundiais
	Encerramento: Causas – A Revolução Moderna
	Atividade: Linha do tempo – expansão e interconexão
8.1 Expansão e interconexão	Abertura: Viajantes do mundo
	Atividade: Vocabulário – busca de palavras
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – por que a globalização primitiva importa
	Leitura: China – a primeira grande divergência
	Leitura: Uma idade da aventura
	Atividade: Uma idade da aventura
	Encerramento: Explorando mini projetos
	Vídeo: Estímulo cerebral
	Atividade: Padrões de migrações humanas (Parte 2)
Encerramento: Mini projeto sobre questões da colonização	
8.2 As trocas de Colombo	Abertura: Julgamento rápido sobre as trocas de bens de Colombo
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – as trocas de Colombo
	Leitura: Investigando as consequências das trocas de Colombo
	Leitura: Quando seres humanos se tornaram desumanos – o comércio de escravos do Atlântico
	Atividade: Linha do tempo das trocas de Colombo
	Encerramento: Infográfico das trocas de Colombo
8.3 Comércio e Aprendizagem coletiva	Abertura: Questionário rápido – a Revolução Científica acabou?
	Abertura: Questões dirigidas
	Vídeo: Jacqueline Howard apresenta – a história do dinheiro
	Leitura: Um pedaço ou dois? O desenvolvimento da economia global
	Vídeo: Sistema de comércios e trocas
	Leitura: Benjamim Baneker – Ciência em adversidade
	Leitura: A primeira rota da seda
	Leitura: Perdido na rota da seda
	Leitura: Um caso curioso – agrarianismo africano
	Atividade: Cadeia de suprimento pessoal
	Atividade: Projeto final Pequena Grande História
	Leitura: Ela me cegou com Ciência – aprendizagem coletiva e a emergência da Ciência Moderna
	Atividade: Debate – A Revolução Científica acabou?
	Atividade: Revisando a escrita investigativa – sentenças de partida (Parte 2)
Encerramento: Investigação 8	
Unidade 9: Aceleração	
9.0 Transições, limiares e pontos de virada na história humana	Abertura: Escala – periodizando a Grande História
	Atividade: Um dia em minha vida
	Leitura: Limiar 8 – A Revolução Moderna
	Vídeo: Limiar 8 – A Revolução Moderna

	Encerramento: Escala – como você periodizaria a história humana
9.1 Aceleração	Abertura: O apetite por energia
	Atividade: Vocabulário – mural de palavras
	Atividade: Questões dirigidas
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – a Revolução Industrial
	Leitura: A Revolução Industrial
	Vídeo: Como a aceleração mudou?
	Leitura: Aceleração
Atividade: Debate – a aceleração está mudando?	
9.2 O Antropoceno	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – o antropoceno e o futuro próximo
	Atividade: Vocabulário – busca de palavras
	Leitura: O Antropoceno
	Leitura: Antropoceno na África – fora de toda crise, uma oportunidade
	Atividade: Crescimento da população
	Encerramento: A questão do impacto do crescimento da população
9.3 Economias em mudança	Abertura: Questões dirigidas
	Leitura: Aprendizagem coletiva (Parte 4)
	Vídeo: A Grande História sobre tudo
	Leitura: Smith, Marx e Keynes
	Atividade: Este limiar hoje – A Revolução Moderna
	Atividade: Revisando a escrita investigativa – sentenças de partida (Parte 3)
	Encerramento: Investigação 9
9.4 Como o mundo moderno foi criado? Industrialização	Abertura: Novos empregos
	Vídeo: Como foi criado o mundo moderno?
	Leitura: Por que a camiseta é tão barata? As origens da Revolução Industrial
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – Globalização 1 – o lado positivo
	Encerramento: Que papel a industrialização teve na criação do mundo moderno?
9.5 Como o mundo moderno foi criado? Estados Modernos e identidades	Abertura: Quem é você? Breve levantamento de identidades entrelaçadas
	Atividade: Formação do conceito de nacionalismo
	Leitura: Você diz que quer uma revolução – mudança política em ambos os lados do Atlântico
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – Imperialismo
	Leitura: Imperialismo e resistência moldam o mundo moderno – 1850 a 1914
	Encerramento: Linha do tempo dos Direitos e resistências
9.6 Crise e conflito no palco global	Leitura: Crise e conflito no palco global
	Atividade: Compreendendo as causas da 1ª Guerra Mundial
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – arquiducos, cinismo e a 1ª Guerra Mundial
	Atividade: Compreendendo as consequências da Depressão mundial
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – 2ª Guerra Mundial
	Leitura: Propaganda e 2ª Guerra Mundial
	Leitura: Uma visão panorâmica – aceleração e caos no início do século XX

	Encerramento: Mapeando o mundo – 1914, 1945, 1985, hoje
9.7 Aceleração – demográfica, política e tecnológica	Atividade: Comparando as cidades mais populosas do século, de 1500 até o presente
	Leitura: E então veio Gandhi – Nacionalismo, Revolução e Soberania
	Leitura: Coleção de documentos sobre Declaração dos Direitos
	Atividade: Comparação de documentos de Direitos
	Encerramento: Linha do tempo dos estados independentes e democráticos
9.8 Para o infinito e além!	Abertura: Sobrevivência em Marte (Parte 1)
	Vídeo: TED – quem venceu a corrida espacial?
	Leitura: Qual caminho para o espaço?
	Atividade: Debate – colaboração ou conclusão no espaço
	Leitura: Iremos colonizar Marte?
	Vídeo: TED – Poderíamos realmente viver em Marte?
	Encerramento: Sobrevivência em Marte (Parte 2)
9.9 Energizando o futuro	Abertura: Fontes de energia
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História – Humanos e Energia
	Vídeo: Energia nuclear desvendada – como ela funciona?
	Leitura: Benefícios do uso da energia renovável
	Leitura: Comparando os custos das fontes de energia renovável e convencional
	Vídeo: Caminhando para a energia renovável
	Encerramento: Energia de outro lugar
Unidade 10: O futuro	
10.0 Olhando para trás	Abertura: Revisão da linha do tempo
	Atividade: Vocabulário – mural de palavras
	Vídeo: A Grande História de todas as coisas
	Atividade: Questões dirigidas
	Atividade: Escala – revisão
	Encerramento: Disciplinas – o que nós sabemos? o que nós perguntamos?
10.1 A Biosfera	Abertura: Desastres naturais
	Atividade: Vocabulário – busca de palavras
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História - Globalização II – boa ou ruim?
	Vídeo: Atmosfera e clima
	Vídeo: Jacqueline Howard apresenta: um dia em Marte
	Atividade: O jogo de cartas Gapminder
	Encerramento: Visões do futuro
10.2 Olhando para frente	Vídeo: A Grande História sobre todas as coisas
	Leitura: Complexidade e o futuro
	Vídeo: Visões do futuro – Bill Gates
	Vídeo: <i>Crash course</i> Grande História - o futuro profundo
	Leitura: Biografia de Sylvester James Gate Jr – na vanguarda da ciência
	Atividade: Questões dirigidas
	Encerramento: O futuro de nosso planeta
	Abertura: Vida alienígena – como ela poderia se parecer?
	Vídeo: Paradoxo de Fermi – onde estão todos?
	Atividade: Tem alguém lá fora? (Equação de Drake)

instante zero ou antes dele, temos apenas especulações. Nesse caso, tanto faz ciência quanto qualquer outro sistema de explicação; não temos respostas mais precisas de um campo do que de outro.

Desde a década de 1960 temos elementos que se juntam numa teoria que explica a origem do Universo chamada de *Big Bang*. Tudo o que existe no Universo estava compactado num único ponto, ou seja, toda a matéria e energia que hoje conhecemos (e que até desconhecemos!) estava em algo da dimensão de um átomo. Para se ter uma ideia de sua dimensão, 1 milhão deles cabem neste ponto (.). É algo realmente que nossos cérebros não conseguem dimensionar o tamanho. Costuma-se dizer que este ponto explodiu. A própria tradução do termo *Big Bang* remete a um grande estrondo, mas é preciso cuidado com essa representação, uma vez que algo explode num espaço determinado e num tempo específico. Logo, não faz sentido pensar que o Universo todo era um ponto solitário que vagava num vazio total há cerca de 13 bilhões de anos atrás, quando se deu o estouro. Não! Não havia este espaço vazio, pois não havia o lado de fora do ponto. Não havia momento da explosão, pois não havia tempo que transcorria. O tempo e o espaço se fizeram de dentro do ponto, que expandiu rapidamente. Ou seja, não seria possível enxergamos o evento do lado de fora, como quando vemos uma bomba explodir, uma vez que não há o exterior, mas sim de “dentro da bomba”, expandido à medida que ela vai criando o próprio espaço ao se expandir. Não temos um horário da explosão, como os fogos do *reveillon*, porque o nascer do tempo é junto com o nascer do espaço.

Podemos nos perguntar se temos provas disto, uma vez que não havia observador nos recém-nascidos espaço e tempo. Empréstimo a metáfora da explosão de uma bomba, assim como o som do estrondo se propaga pelo espaço e vai perdendo sua energia quanto mais distante do evento está, hoje em dia podemos detectar a energia que sobrou do *Big Bang* e que está espalhada por todo o Universo, ou seja, está aí ao seu redor. Ela não é visível aos olhos, pois atualmente está na faixa de frequência das micro-ondas (assim como não vemos nada ao ligarmos nosso forno). Por isso é chamada de Radiação Cósmica de Fundo. Associada a ela há uma temperatura, que se no início do Universo era muito alta (10^{32} °C), atualmente é cerca de 270°C negativos.

Todo esse processo foi disparado há 13,82 bilhões e continua até hoje, ou seja, o Universo segue em expansão, e desde então muitos eventos têm ocorrido, que desencadeiam numa sequência que chega até nós. Importante destacar que não devemos entender que tudo isso tenha se desenrolado da forma como narrarei para que então

chegasse no produto final, que é o ser humano. Essa forma de pensar tem um nome e é conhecida por *Princípio Antrópico*; algo do tipo: “Nós estamos aqui para estudar o Universo, assim as leis do Universo devem ser compatíveis com a nossa existência.” (SINGH, 2006, p. 367)

Vale destacar que esse tempo decorrido desde o início do Universo é também mais uma prova de que a teoria do *Big Bang* tem respondido bem às evidências. Quando dizemos que um astro se encontra a 5 anos-luz da Terra, é porque a luz saiu dele há 5 anos atrás até chegar aqui, agora (sim, sempre olhamos para o passado ao contemplarmos o céu). Então se o Universo tem 13,82 bilhões de anos de idade, nada identificado no Universo pode estar a mais de 13,82 bilhões de anos-luz. Isso, de fato, é real, pois nada mais distante do que isso fora já identificado.

Os primeiros instantes do Universo foram marcados pelo período chamado de *inflação*, ou seja, houve uma rápida expansão. Nestes primórdios somente existia energia pura, distribuída de forma totalmente aleatória. Uma fração de segundo depois deste período, a expansão abrupta diminuiu, assim como a temperatura, e essa energia inicial deu origem a quatro tipos de forças fundamentais da natureza: a gravidade, a força eletromagnética, a força nuclear forte e a força nuclear fraca. Foram elas que moldaram o processo a partir daí. Elas têm características distintas. Por exemplo, a gravidade é muito fraca, mas numa escala de tamanho e de massa envolvidas no Universo, ela produz resultados notáveis. A força eletromagnética, por exemplo, é 10^{36} vezes mais forte do que a gravidade, mas age em pequeníssima escala, como nos átomos. Ela é fundamental, pois sem ela os átomos se esfacelariam e não existiria nada, nem vida. Essas são características que modelaram o Universo da maneira como ele é e não de outro modo. Se estas forças fossem outras ou tivessem relações de intensidade diferentes, tudo o que se desenvolveria a partir daí seria diferente. Quando um padrão é escolhido, as demais possibilidades são eliminadas.

Voltando ao processo desencadeado após o segundo zero, temos o aparecimento da matéria 1s após o evento inicial. Matéria e energia são faces de uma mesma moeda e uma pode ser convertida na outra. A relação $E = m.c^2$ nos mostra em que proporção isso acontece. Ou seja, multiplicando a massa pelo quadrado da velocidade da luz (300.000.000 m/s), pode-se ter uma ideia de quanta energia pode ser obtida mesmo quando uma pequena porção de massa é descomprimida. Bombas de hidrogênio fazem isso! (e o estrago é grande).

À medida que a expansão ocorre, a temperatura cai e podemos dar origem aos elétrons, neutrinos, fótons, prótons, nêutrons e demais partículas subatômicas. São elas que originaram os primeiros átomos, por meio das forças que os mantêm estáveis. Essa foi a chamada nucleossíntese primordial. Esses primeiros átomos são os mais simples possíveis: hidrogênio, com um único próton e um único elétron e Hélio, com 2 prótons, 1 nêutron e 2 elétrons. Eles foram formados, nesta etapa inicial, na proporção de 90% de Hidrogênio e 10% de Hélio. Há uma pequeníssima proporção de Lítio e Berílio, quase desprezível, e em linhas gerais, os átomos que seguem na tabela periódica foram formados em outro momento do Universo, que veremos posteriormente.

Após 1 segundo do *Big Bang*, algumas estruturas começam a aparecer, e esse é um ponto de questionamento na nossa história cósmica, para o qual permito fazer uma pausa. Se o Universo fosse completamente uniforme, homogêneo, nada teria se formado. Foi necessário que algum tipo de flutuação ocorresse nessa homogeneidade para que as primeiras estruturas se formassem, desencadeando, muito posteriormente, em mega estruturas, como as galáxias.

Entretanto, parece que esse fato da história do Universo, em certa medida, contraria um aspecto central que irá nos perseguir por toda a nossa “Grande História”: a complexidade. Podemos nos perguntar: por que o Universo não se manteve como uma sopa aleatória e caótica de energia/matéria em vez de dar origem a estruturas que seguem uma tendência à maior complexidade e organização? Por que alguma estrutura foi formada em vez de nada? Parece que a história do Universo fere um princípio básico da própria natureza: a entropia. Veremos o que ela é, antes de prosseguir.

Também vale destacar, aqui, que ao longo deste texto tomarei emprestada uma ideia desenvolvida pelo astrofísico estadunidense Eric Chaisson (2014), que busca estabelecer uma metodologia de análise de como sistemas se tornam complexos ao longo do tempo. Esses sistemas vão desde galáxias, passando por planetas, seres vivos, máquinas até sociedades inteiras. Ele intitulou esse estudo de “Evolução cósmica”.

Para exemplificar o que é entropia, tomarei inicialmente o exemplo dado por Christian (2019, p. 40): “Se você jogar uma bomba em um canteiro de obras cheio de tijolos, argamassa, fios e tinta, quais são as chances de que, quando a poeira baixar, você encontre um prédio de apartamentos todo equipado, decorado e pronto para os compradores?” Ou no exemplo citado na obra de Dawkins (2001): que chances temos depois que um ciclone soprar sobre um depósito de sucatas de encontrarmos um Boeing 747 montado? Isso parece contradizer o fluxo normal das coisas: da ordem caminharos

para a desordem. Imagine que tenhamos uma pilha com 100 moedas sobre uma mesa, todas elas com a face “cara” voltada para cima. Se você as derrubar no chão, teremos como resultado a desordem, e isso nos é natural. Mas um punhado de moedas, pegas aleatoriamente, quando jogadas sobre uma mesa, só se organizarão segundo um padrão, se uma energia extra for adicionada, ou seja, se alguém for lá e as arrumar. Se alguém empregar energia, montará a partir de peças soltas um *Boeing 747*, de materiais de construção, um apartamento. Caso contrário, seguiremos o fluxo natural, que é cada vez mais a desordem. O grau desta desordem é chamado de Entropia.

Segundo Chaisson (2014), a energia é a chave central de toda a “evolução cósmica”. Segundo ele, a etimologia da palavra *energia* vem de 500 a.C., quando filósofos usavam o termo *en-ergon* para descrever “o pai de tudo... a fonte de toda atividade” (p.8). Nessa linha, o autor destaca o cuidado de não associarmos que quanto mais energia um sistema tiver, mais complexo ele será. Uma fogueira, por exemplo, tem bastante energia associada a ela, mas não é mais complexa do que uma formiga, que opera atividades muito mais sofisticadas. Logo, não devemos usar a energia absoluta como uma medida de complexidade. E como fazer, então? Para caracterizar a complexidade, Chaisson (2014) se vale de uma grandeza que leva em consideração o tamanho do sistema, sua composição e função. Ele chamou essa grandeza de “taxa de densidade de energia”, uma tradução livre para “energy rate density”. Ela será simbolizada pela letra grega phi (Φ_m), e a usaremos no decorrer deste texto na medida em que formos desenvolvendo a “Grande História”. Logo, Φ_m não mede a energia de um sistema em si, mas a quantidade de energia que passa através dele, levando em conta sua massa e o tempo que leva para fluir.

Para exemplificar tomarei alguns sistemas: o Sol, a folha de uma planta e um cérebro. O Sol produz muita energia que flui através dele, mas num certo intervalo de tempo, pouca energia flui por cada quilo de Sol, uma vez que sua massa é muito grande. Já se pegarmos um quilo de folha, num mesmo intervalo de tempo, veremos que mais energia flui por ele durante a fotossíntese se comparamos com o mesmo quilo de Sol. Se isso for ainda analisado em relação a um cérebro, mais energia flui por unidade tempo em cada quilo cerebral. Nessa escala, teremos que Φ_m do cérebro é maior do que Φ_m da planta, que é maior do que Φ_m do Sol.

Voltando nossa análise em relação ao Universo, a formação das primeiras estruturas e de tudo que segue posteriormente, chegando às estrelas, aos planetas, à vida e aos humanos, parece contradizer a aumento da entropia, uma vez que nos organismos

vivos a entropia diminui, ou seja, menos desordem e maior complexidade. O fluxo da “Grande História” mostra que, a cada limiar que atravessarmos, ou os nós, conforme minha narrativa, teremos um aumento na organização das estruturas, o que parece contradizer à referida lei física. Entretanto, segundo Hewitt (2011), não há essa violação, pois a entropia total do Universo está sempre aumentando, apesar de haver lugares onde ela está diminuindo, mas isso, não sem o custo de alguma energia. Isso é o que acontece na Terra, quando todas as formas de vida empregam energia do entorno para aumentarem sua própria organização. No caso de nosso planeta, a maioria esmagadora desta energia vem do Sol, que permite a fotossíntese das plantas (que estão se organizando), que será energia para os herbívoros (que estão se organizando), que será energia para os carnívoros (que estão se organizando). Todavia, todos eles, ao pararem de transformar energia, ou seja, quando morrem, seguem à desorganização, esfacelando a própria matéria de que são feitos. Isso mostra, segundo Hewitt (2011), que o Universo, em larga escala, tem sua entropia constantemente crescente, ainda que em pontos específicos ela seja decrescente.

Voltando ao nosso Universo recém-nascido, podemos dizer que seu “caldo” tem os seguintes ingredientes: tem regras de funcionamento ditadas pelas quatro forças fundamentais; tem átomos; tem distintas formas de energia e matéria; tem um começo de estrutura que rompe com a homogeneidade e o caos absoluto.

Depois destes intensos segundos iniciais, por cerca ainda dos 380.000 anos seguintes, esses elementos químicos estavam embebidos numa espécie de nuvem de partículas, dentre elas fótons, que trombavam entre si o tempo todo. Inclusive, em suas trombadas, eles arrancavam elétrons destes átomos, criando uma espécie de instabilidade. Todavia, à medida que expandia, o Universo esfriava e estes fótons foram perdendo a capacidade de agir desta maneira e então passavam entre os átomos sem afetá-los. Esse emaranhado de fótons esvoaçantes não permitia que nada pudesse ser visto com clareza, mas à medida que eles “acalmaram” e puderam “escapar” deste tumulto, viajando pelo espaço, o Universo, desde então, se tornou transparente. Inclusive, se hoje em dia apontarmos os grandes telescópios para observarmos as estruturas mais antigas do Universo, como quem olha um álbum de fotografia em busca de sua foto mais jovem, só poderemos encontrar estruturas que tenham a partir de 380.000 anos de idade. Antes disso, o Universo não era visível. É como se não tivéssemos nenhum registro visível nosso, antes de uma determinada idade.

Podemos nos perguntar por onde andam estes fótons. Eles ainda estão espalhados entre nós, e como muito tempo se passou, mais frio eles estão. Hoje em dia eles têm a

temperatura de cerca de 270°C negativos, e formam a chamada Radiação Cósmica de Fundo em Micro-ondas, a que já me referi anteriormente.

Voltando aos nossos ingredientes do caldo inicial, retomemos as regiões em que pequenas flutuações começaram a ocorrer e a complexidade se estabelecer. Podemos dizer que são pontos onde a gravidade começa a agir e a aglutinar essa matéria disponível. Numa espécie de analogia, é como mexermos um mingau de fubá homogêneo e percebemos que alguns caroços começam a aparecer nesse angu. São os embriões de locais que darão origem às galáxias, ou aglomerados delas.

Sondas enviadas ao espaço, e que “enxergam” micro-ondas, fizeram uma varredura de 360° do céu e desenharam uma espécie de mapa (figura 14), que indica regiões de distribuição irregular destas micro-ondas ou destes fótons remanescentes do princípio do Universo. Ele mostra locais onde a temperatura destas micro-ondas é $0,00003$ graus Kelvin mais quentes que a média (regiões em vermelho), assim como locais onde a temperatura é $0,00003$ graus Kelvin abaixo da média (regiões azuis).

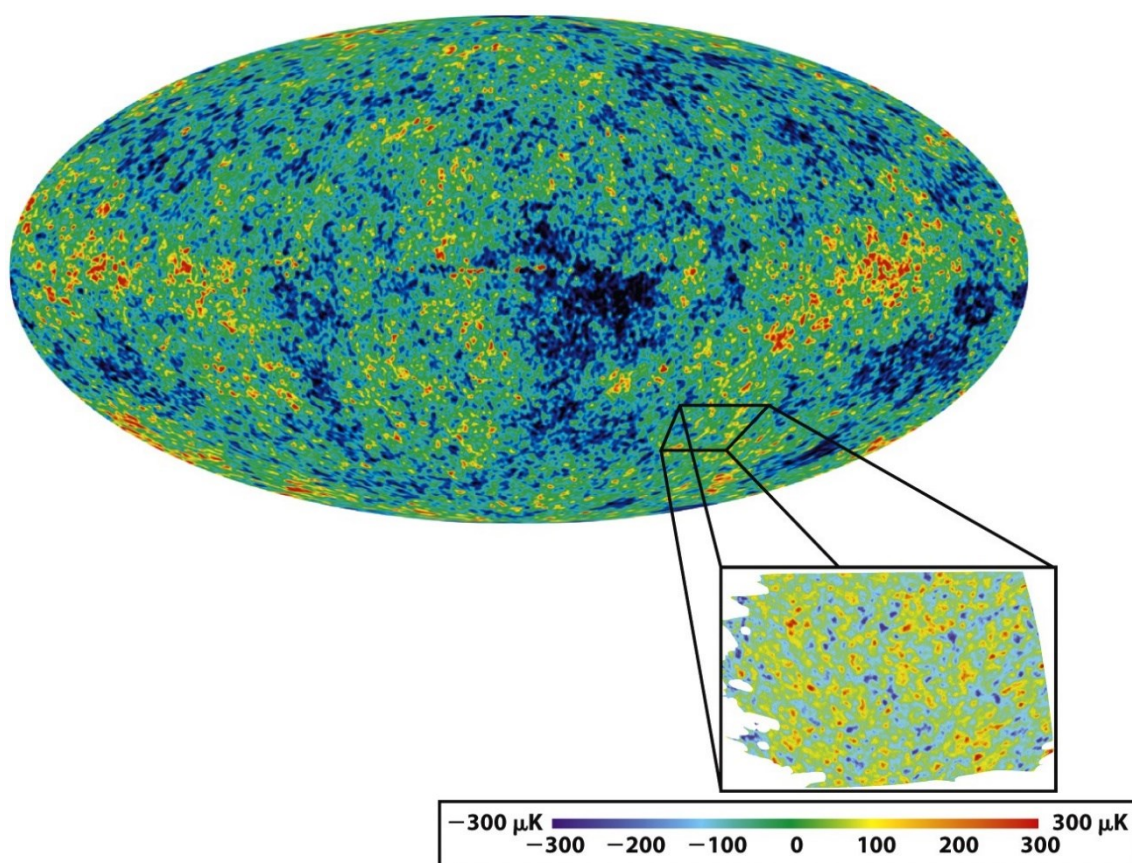


Figura 14: Mapa do céu em micro-ondas. (Fonte: COMINS e KAUFMANN III, 2010, p.533)

O que essas regiões indicam? Como uma espécie de ultrassom que as gestantes fazem para identificar um ponto difuso que é o feto em seus meses iniciais, elas marcam

as “impressões digitais” de locais do Universo onde a matéria se acumulou (regiões mais quentes) e deu origem à estrelas e galáxias, e regiões onde houve vazios (mais frias) e que formaram os grandes espaços praticamente desprovidos de matéria que se localizam entre as galáxias.

São essas as condições que permitiram chegar ao segundo nó, que trará mais complexidade ao cenário cósmico.

Resumidamente, o quadro abaixo compacta o tempo da “Grande História” numa escala 1 bilhão de vezes menor, ou seja, é como se do *Big Bang* aos dias atuais tivessem se passado 13 anos e 8 meses. Ao longo dos nós, o quadro vai sendo completado.

Quadro 3: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses.

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.2 Segundo nó: O nascimento das estrelas

Era uma vez uma menina loira, de cabelos encaracolados, chamada Cachinhos Dourados. Um dia ela foi passear na floresta e achou a casa da família urso, que estava aberta. Ela não sabia quem morava lá, mas como estava aberta, entrou para conhecer. A família urso, composta por papai, mamãe e bebê urso, não estava em casa, mas deixou a refeição pronta sobre a mesa, para quando voltassem: três pratos com mingau.

Cachinhos Dourados resolveu provar do mingau. No primeiro prato a comida estava muito quente, e ela mal sentiu o gosto. Tentou no segundo, mas estava muito frio, e ela detestou. O terceiro estava morno e o sabor era inigualável.

Indo para o quarto, Cachinhos Dourados viu três camas: tentou deitar sobre a maior delas, mas era muito dura. Tentou na cama média, mas era muito mole e desconfortável. Por fim, experimentou a cama pequena, e de tão gostosa, lá adormeceu. Quando a família urso retornou, encontrou aquela estranha menina dormindo. Ao acordar, ela tomou um grande susto, mas no final ficou amiga da família urso.

Esta história infantil e a ideia que ela transmite foi aproveitada por Christian (2019) em diversos momentos da “Grande História”. Tratam-se das “condições

Cachinhos Dourados”. Iremos retornar a elas ainda muitas vezes. A referência é a uma condição específica que permite o cenário “ideal”, ou seja, nem muito quente, nem muito frio; nem muito mole, nem muito dura. Assim são algumas das situações na trama da história: se fosse aquém ou se fosse além, não teríamos o resultado que temos. Assim a natureza parece se comportar muitas vezes, criando condições Cachinhos Dourados, de modo que a trama se desenvolva e a complexidade aumente.

Todavia, se tomarmos o ponto zero da “Grande História”, ou seja, o *Big Bang*, não sabemos ainda quais foram as condições Cachinhos Dourados para que ele tenha ocorrido, uma vez que não temos parâmetros sobre o que existia antes, de modo a compreendermos por que ele aconteceu da forma descrita anteriormente e não de outra. Sabemos que a partir dele as condições mostram que a “condições ideais” encontram-se na dosagem das forças fundamentais da natureza, que permitiram a formação dos primeiros elementos químicos: Hidrogênio e Hélio, principalmente.

A condição Cachinhos Dourados no segundo nó é a maneira como a gravidade age, ou seja, aglutinando a matéria, e a própria disponibilidade de matéria para ela agir, qual seja, aquela oriunda do *Big Bang*.

Essa aglutinação inicial da matéria foi extremamente sutil, pois estamos num cenário de um Universo praticamente homogêneo. Para se ter uma ideia, estes pontos onde a matéria começou a sofrer uma diferenciação tinham uma densidade apenas de 0,0001 vezes maior do que a média do resto do espaço. À medida em que a matéria foi sendo aglutinada, o Universo seguia expandindo e separava o espaço, como o faz até hoje. Depois de algumas centenas de milhões de anos, a gravidade transformou o Universo homogêneo num espaço encaroçado.

Quando a matéria disponível no Universo, Hidrogênio e Hélio, começou a se aglutinar, a temperatura nestas regiões de aglutinação também começou a se elevar. É como quando confinamos pessoas num pequeno espaço e elas começam a se chocar. Essa agitação dos átomos (pessoas, na comparação) é o aumento de temperatura. Esses valores chegaram a aproximadamente 10 milhões de graus Celsius, e a essa altura, núcleos de átomos de Hidrogênio (prótons) se movimentavam tão rápidos, que o choque entre eles pôde levá-los a se juntarem, dando origem a um novo núcleo atômico, ou seja, de Hélio.

Não é nada fácil você juntar dois núcleos que apresentam cargas positivas, uma vez que cargas de mesmo sinal se repelem. Entretanto, com a energia disponível devido à ação da gravidade atingindo valores extremos de temperatura, esse processo foi possível. Ele é chamado de fusão nuclear. Mas ele revela uma peculiaridade: se você

somar (2,00 + 2,00) você chega em 4,00. Certo? Mas se você somar (2,00 + 2,00) e resultar em 3,97? Alguma coisa se perdeu nesta soma, você diria. É apenas 0,7% a menos! E é isso o que acontece na fusão dos átomos de Hidrogênio naquelas temperaturas extremas. Para onde se perdeu essa parte da matéria? Há um princípio fundamental na natureza que nunca é violado: nada se perde, nada se cria; tudo se transforma. A diferença de massa “perdida” se converteu em energia (que são faces de uma mesma moeda). Mesmo sendo apenas 0,7% desta soma, quando multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz ($E = m \cdot c^2$), que é muito grande, resulta em alta quantidade de energia. E é essa a energia que você pode sentir na forma de calor, por exemplo, ao sair para fora de sua casa sob a luz do Sol. Quando esses “caroços” de Hidrogênio “dão partida” e começam a fundir o Hidrogênio em Hélio e a liberar energia, dizemos que eles viraram uma estrela. Assim elas nascem.

Após “nascidas”, as estrelas estarão numa constante luta contra a gravidade, que tenta a todo custo compactá-las. O que consegue frear a ação esmagadora da gravidade é justamente a energia que flui para fora, como resultado da fusão nuclear em seu interior. É como uma disputa de braços em que há empate entre quem empurra para esmagar e quem se defende para não ser esmagado. Assim as estrelas seguirão por milhares ou até bilhões de anos; tudo depende de quanto Hidrogênio elas terão para se manter.

Percebemos, então, que de um Universo menos organizado, com Hidrogênio e Hélio dispersos de forma quase homogênea, começamos a ter estruturas mais complexas, como é o caso das estrelas. Mas como vimos anteriormente, isso parece ir na contramão da natureza, que tende a se desorganizar, ou seja, tende a aumentar a entropia em vez de diminuí-la. Há uma forma de mudar esse fluxo crescente de desordem, e esse preço é pago com energia.

Pense na seguinte situação: a temperatura é o grau de agitação das partículas. Logo, maior temperatura, mais agitação, mais “bagunça”, maior a entropia. Temperatura mais baixa, menor agitação, mais ordem, menor a entropia. Se você coloca um copo de suco gelado sobre a mesa de sua cozinha, a tendência natural é o suco esquentar, se o dia estiver quente, claro. Mas seria muito estranho se em vez de esquentar, no mesmo dia quente, sobre a mesa de sua cozinha o suco fosse esfriando cada vez mais e congelasse, não é? É até possível congelar o suco, mas o preço é empregar energia. E é isso que você consegue, se usar a energia elétrica que faz seu refrigerador funcionar. Este aparelho reverte o fluxo natural (com emprego de energia) fazendo ir do quente para o frio, mesmo num dia de calor. Mas não se iluda achando que diminuimos a entropia. Você pode até

diminuir momentaneamente dentro do refrigerador (como ocorrem em pontos específicos do Universo), mas o preço é o aumento da entropia na sua casa, pois o calor dos alimentos é liberado atrás da geladeira, além daquele vindo do funcionamento do próprio aparelho. Vale ainda considerar o aumento de entropia na geração da própria energia que faz o aparelho funcionar. A entropia sempre vencerá.

No caso das estrelas, vemos que o Universo ganhou em complexidade, que parece ir na contramão da natureza. Todavia, elas empregam energia para se manterem organizadas, e essa energia é dada pelas reações nucleares, que as mantêm em equilíbrio contra a ação esmagadora da gravidade. Como pessoas que morrem quando não conseguem mais se alimentar (obter energia para manterem a complexidade de seu organismo), as estrelas “morrem” ao consumirem suas reservas de Hidrogênio. Ao final, elas sucumbirão à desordem.

Entretanto, durante a vida de uma estrela, ela emana uma grande quantidade de energia para o seu entorno, como percebemos claramente com a estrela mais próxima de nós, o Sol. Logo, se encontrarmos formas de aproveitar dessa energia, podemos ter, nas vizinhanças das estrelas, sistemas que podem ir do mais simples ao mais complexo (ainda que provisoriamente).

Christian (2019) traz uma observação importante para pensarmos. Entidades ou fenômenos mais complexos requerem mais energia para manterem sua complexidade. Entretanto, se um sistema complexo é mais difícil de manter, ele se destrói mais facilmente. “Essa é uma ideia que perpassa a história moderna das origens e tem muito a nos dizer sobre as sociedades humanas modernas.” (p. 64)

Na “Grande História”, são essas as condições que permitiram chegar ao terceiro nó, que resultará numa trama de mais complexidade ao cenário cósmico.

Quadro 4: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 2º. nó)

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.3 Terceiro nó: A diversificação dos elementos químicos

As estrelas não vivem sós, isoladas no Universo. Como uma espécie de seres sociais, elas crescem aos bandos, formando o que conhecemos por galáxias. A nossa é a Via Láctea e nela devemos ter cerca de 200 bilhões de estrelas. Assim como a nossa galáxia, o Universo visível deve ter algo em torno de 50 bilhões a 1 trilhão de galáxias, com os mais diferentes formatos, a depender como suas estrelas se organizaram e até de “trombadas” galácticas. Mas não imagine que o Universo é como o centro comercial de sua cidade em véspera de Natal. Não, apesar das grandes cifras, os espaços entre as galáxias são tão vastos, que dizemos que o cosmo é um enorme vazio.

As primeiras estrelas do Universo recém-nascido eram muito grandes, algo como 100 a 500 vezes o volume do nosso Sol. Isso, porque elas tiveram muito Hidrogênio disponível. É como o primeiro a entrar de manhã num supermercado abastecido. Tem tudo à sua disposição, pois ninguém passou antes por ali. Isso pode nos levar a pensar que elas tiveram uma longa vida, da mesma forma que um carro com um enorme tanque de combustível completo pode chegar muito longe. Mas essa lógica não se aplica nesse caso. Assim como um veículo que tem um grande tanque de combustível, também deve ter um potente motor que consome tudo aquilo muito rapidamente. Da mesma forma foram aquelas primeiras estrelas. Quanto mais massa, maior a ação da gravidade espremendo-as e mais energia necessitavam para se manter em equilíbrio. O resultado é que tiveram uma vida curta para os padrões estelares.

Isso significa que, a depender da massa inicial da estrela, ou seja, sobre a quantidade de Hidrogênio que a gravidade podia agir e aglutinar em torno daquele pequeno caroço embrionário, as estrelas terão comportamentos diferentes no decorrer de suas vidas. E como saber a respeito da vida de uma estrela, se ela pode durar milhões ou bilhões de anos e nós vivemos tão pouco para acompanhá-las? Da mesma forma que, sendo adultos, estudamos as crianças e os idosos, pois estamos em meio a eles. Temos estrelas em diferentes etapas de suas vidas. Por meio de poderosos telescópios, temos como ver nuvens feitas principalmente de Hidrogênio, onde estrelas estão querendo “nascer”, como numa espécie de útero cósmico. Já observamos também “berçários”, com estrelas recém-nascidas, ainda envoltas na nuvem que a deu origem. Temos estrelas jovens, adultas, velhas, moribundas e até carcaças de estrelas mortas. Todo esse repertório permite que entendamos em detalhes como elas se comportam.

Depois que uma estrela nasce, ou seja, quando ela atinge a temperatura que permite dar início à fusão do Hidrogênio em Hélio, nada de muito especial acontece com ela pelos seguintes 90% do tempo de sua vida. Seguem num tipo de equilíbrio entre

espreme e empurra. Esse período é quando elas se encontram na chamada Sequência Principal. Algumas estrelas, de tão pouca massa inicial que possuem, não atingem a temperatura de início da fusão do Hidrogênio, passando toda sua vida como grandes bolas de gases pouco aquecidas. São as chamadas anãs marrons.

As estrelas que possuem massa até cerca de metade do Sol são chamadas de anãs vermelhas. Elas consomem Hidrogênio muito lentamente, e podem ficar na Sequência Principal por bilhões de anos. Quando elas converterem todo o Hidrogênio em Hélio, as reações de fusão param, porque como têm pouca massa, a gravidade não consegue espreme-las ainda mais e torná-las mais quente, para que pudessem continuar as reações de fusão, agora com Hélio. Sim, é possível usar o Hélio como combustível depois que as reservas de Hidrogênio diminuírem, mas para isso, as estrelas precisam de maior temperatura. Quem pode oferecer isso é a gravidade, na medida em que compacta a matéria disponível. Mas as estrelas de pouca massa inicial não podem contar com essa possibilidade. Sendo assim, as anãs vermelhas gradualmente seguirão esfriando quando chegarem nessa etapa.

Entretanto, isso não é o que acontece quando a estrela é um pouco maior que as anãs vermelhas. Nessas, a compressão do peso das camadas mais externas permite a fusão de Hélio no seu núcleo, formando Carbono (com seis prótons) e Oxigênio (com oito prótons). Longe deste núcleo, as camadas que o envolvem se expandem e esfriam, aumentando consideravelmente o tamanho da estrela. Nesse momento, as estrelas passam a ser chamadas de gigantes vermelhas. Esse será o caso do Sol, tendo em vista sua massa. Seu ciclo de vida deve durar cerca de 10 bilhões de anos. No momento, ele tem 4,5 bilhões e segue tranquilo na Sequência Principal. Mas isso deve mudar daqui aproximadamente o mesmo tempo, quando ele iniciar seu processo de expansão em cerca de 200 vezes seu tamanho, brilhando 2 mil vezes mais. Por consequência, vaporizará os planetas próximos, dentre eles, a Terra.

Estrelas mais massivas conseguem, ao custo de maior temperatura, usar Carbono e Oxigênio para obter energia, fundindo-os em elementos mais pesados, do Magnésio ao Silício. Esse processo segue até estrelas que conseguem, ao custo do que sobrou da fusão inicial do Hidrogênio, chegarem a formar Ferro, como uma tentativa desenfreada de gerar energia para impedir o colapso da gravidade, que não cessa nunca de atuar. Todavia, esse é um limite a que se chega, pois a partir daí, para fundir o Ferro em elementos mais pesados, a estrela precisará de energia em vez de obtê-la. Estrelas desse porte, que passam de sete vezes o tamanho do Sol, acabam por explodir, como se chegassem a um ponto em

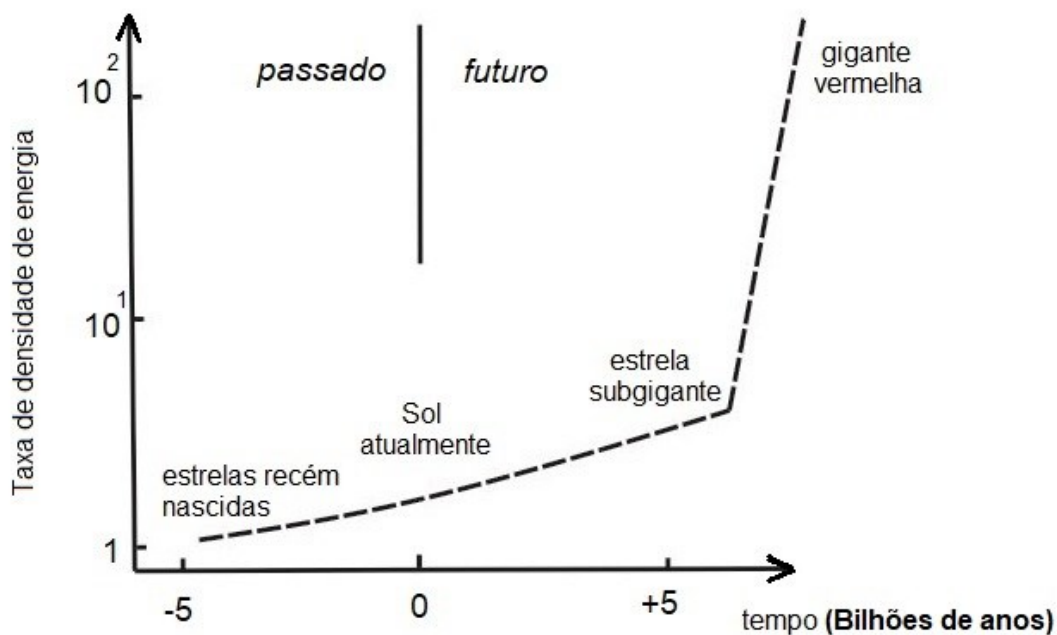
que todas as camadas externas não mais suportassem e caíssem em direção ao núcleo, sob a ação, finalmente, da gravidade. São as chamadas supernovas, e de tão brilhantes, podem ser vistas no céu, mesmo durante o dia, como ocorreu no ano de 1.054.

No momento em que uma explosão em supernova ocorre, temperaturas altíssimas são obtidas, tão altas, que por um curto espaço de tempo, elementos mais pesados que o Ferro são formados. Na verdade, o restante de todos os elementos naturais da tabela periódica.

Seja por meio de uma morte suave ou de um evento catastrófico, as estrelas são “fornalhas” nas quais elementos químicos mais complexos são formados. As estrelas de menor massa, nas etapas finais, desprendem lentamente para o espaço suas capas ricas em elementos químicos mais pesados. As que terminam em explosão, o fazem ainda de forma mais violenta, e tudo isso promove uma espécie de fertilização para o jovem Universo.

Essas informações nos permitem verificar que as estrelas passam por um processo crescente de complexidade no decorrer de suas existências, como também ocorre com o Sol. Assim, conforme relata Chaisson (2014), a taxa de densidade de energia (Φ_m) do Sol mudará no decorrer de suas etapas evolutivas, pois a energia que fluirá por meio dele também se modificará, e sua estrutura tende a se tornar mais complexa a cada fase, conforme indica o gráfico a seguir:

Gráfico 1: Variação da Φ_m do Sol no decorrer do tempo. Na etapa de gigante vermelha é quando Carbono é gerado em seu núcleo a partir de Hélio, acelerando sua organização interna.



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p.21).

Nas etapas finais de vida, os elementos químicos mais complexos são lançados ao espaço e podem se reunir em grandes nuvens de poeira entre as estrelas. Na interação entre esses eles formaram as primeiras moléculas do Universo. Podemos perceber que a maneira como as estrelas se comportam no decorrer de suas vidas, fruto da diversidade delas, são as condições Cachinhos Dourados para que moléculas aparecessem. Na “Grande História”, são essas as condições que permitiram chegar ao quarto nó, que trará mais complexidade à trama cósmica.

Quadro 5: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 3º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.4 Quarto nó: Sistema Solar e planeta Terra

As estrelas são semeadoras da diversidade de elementos químicos para um Universo pouco diversificado em seu início, composto essencialmente por Hidrogênio e Hélio. Como crianças que montam estruturas complexas a partir de peças simples de um jogo de Lego, no decorrer de seu ciclo de existência elas podem espalhar pelo Universo elementos como Carbono, Ouro, Silício, Platina, Urânio e tantos outros que completam a tabela periódica (exceto os fabricados pelo homem, claro).

Quando imaginamos esse cenário, podemos ser conduzidos a acreditar que o Universo, depois da presença das estrelas, tornou-se uma espécie de sopa de elementos químicos. Entretanto, mesmo com as reações de fusão resultando em átomos mais pesados, se todos eles forem juntados, comporiam não mais do que 0,1% de toda a matéria visível disponível. Os outros 99,9% do Universo ainda são Hidrogênio e Hélio. Sim, as “sobras da digestão” das estrelas é ainda farelo cósmico.

Todavia, se numa escala universal a gravidade é a grande escultora, na escala atômica é a força eletromagnética que domina e será ela que agirá sobre o “farelo”. Ela permite que esses átomos se organizem formando moléculas. De fato, no espaço é possível encontrar moléculas de água, de silicatos e até de aminoácidos, que são uma espécie de peça de Lego para formar proteínas, das quais nosso corpo, por exemplo, é feito. Obviamente, que são quantidades pequenas, pois a maioria esmagadora do universo é ainda composta pelos dois átomos mais simples, conforme comentei. Isso pode soar um tanto estranho, pois quando olhamos para a Terra, temos uma grande diversidade de elementos químicos que compõem tudo o que nos cerca, inclusive a nós mesmos. No nosso cotidiano temos uma disponibilidade muito pequena de Hidrogênio e Hélio puros, como eles são encontrados no espaço. Aqui, o Hidrogênio se encontra combinado com outros elementos químicos formando moléculas, como a água, por exemplo. Isso nos revela que algo deve ter ocorrido no processo de formação da Terra para que não tenhamos a mesma proporção de elementos químicos do restante do Universo.

A Terra se formou praticamente junto com o Sistema Solar e isso aconteceu há 4,5 bilhões; logo, cerca de 9 bilhões de anos após o *Big Bang*. Neste tempo, as primeiras gerações de grandes estrelas puderam completar seu ciclo de vida e forjar elementos mais complexos que passaram a vagar junto ao gás existente, formando nuvens colossais. Em uma destas nuvens, chamada de nebulosa solar, é que nasceu o Sol. Para isso ocorrer, é preciso que ela comece a se aglutinar em algum ponto, e a gravidade fará seu papel juntando cada vez mais a matéria. Acredita-se que uma supernova deve ter explodido nas vizinhanças da nebulosa solar, o que fez com que ela sofresse uma compressão, como um

vento que sopra uma nuvem de fumaça e forma nela regiões mais concentradas. Essa nuvem primitiva era muito fria, mas à medida que a gravidade começou a compactá-la em torno de um ponto de partida, a temperatura nesse local passou a aumentar. É o processo de nascimento de uma estrela, conforme já foi visto.

Nesse caso, ocorrerá o mesmo. Mas a estrela a se formar, qual seja, o Sol, não será composta unicamente por Hidrogênio e Hélio, como foram aquelas da primeira geração do Universo. O Sol já parte de uma matéria enriquecida, ainda que com menos de 1% de elementos químicos mais pesados.

À medida que essa nuvem foi colapsando em torno de um ponto de aglutinação, ela começou a girar. Se alguma coisa gira cada vez mais rápido, sua tendência é se achatar, como se quisesse sair pelas bordas. Esse achatamento formou uma espécie de disco feito com essa matéria enriquecida que girava em torno do “projeto de Sol”. No centro, temos essencialmente Hidrogênio e Hélio, que constituem o Sol, em temperatura crescente, até o momento em que as reações nucleares “dão partida” à estrela. O calor vaporizou todas as substâncias que estavam congeladas na região mais próxima ao Sol e empurrou parte dos gases que ainda ali estavam dispersos para mais longe. Assim, tivemos duas regiões definidas neste disco em torno do Sol: na mais próxima a ele orbitavam fragmentos de matéria que resiste ao calor, e na mais distante, gases e elementos congelados.

Em ambas as regiões esses fragmentos sólidos e mesmo o gás seguiram se aglutinando em torno de pontos, e a gravidade mais uma vez exerceu sua função, agregando essa matéria em novos corpos. Esse processo de junção é chamado de acreção. À medida em que esses corpos foram crescendo pela acreção deste “entulho” (ou do gás disponível) que vagava em torno do Sol, nasciam os planetas do Sistema Solar. Uma evidência da sua formação simultânea a do Sol é que todos orbitam o astro-rei praticamente em um mesmo plano e giram todos no mesmo sentido.

Foi nessa mesma época, na verdade, 100 milhões de anos depois que esse processo teve início, que um fragmento de tamanho considerável, algo próximo às dimensões de Marte, chocou-se com que seria a nossa Terra, ainda em processo de formação. Do choque entre nosso planeta ainda embrionário e esse candidato a planeta muita matéria foi ejetada para o entorno. A gravidade faz o papel de aglutiná-la na vizinhança da Terra, num astro que conhecemos por Lua. Até hoje ela permanece em órbita em torno de nós e tem um papel importante. Segundo Luque *et al.* (2009), ela estabiliza o eixo da Terra. Sem o nosso satélite natural, nosso planeta poderia sofrer oscilações caóticas em seu eixo de rotação, o que provocaria mudanças climáticas abruptas.

Uma vez que o Sol soprou para mais longe os elementos mais leves, vemos que os planetas mais próximos ao Sol (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) têm uma constituição sólida, e são chamados de rochosos. Os que ficaram mais longe são gasosos, ainda que com núcleos sólidos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno).

Até hoje há ainda uma parcela de fragmentos soltos, que não foram acretados e que eventualmente ainda caem na superfície da Terra (e de outros planetas e luas, claro). Na etapa inicial da formação dos planetas, eles eram em maior quantidade, e eram atraídos pela gravidade em direção aos planetas, gerando impactos mais frequentes. São como rochas de tamanhos variados que vagam pelo Sistema Solar, chamadas de asteroides (as maiores) e meteoroides (as menores). Grande parte delas encontra-se na fronteira entre os planetas rochosos e gasosos, ou seja, entre a órbita de Marte e Júpiter, formando o Cinturão de Asteroides.

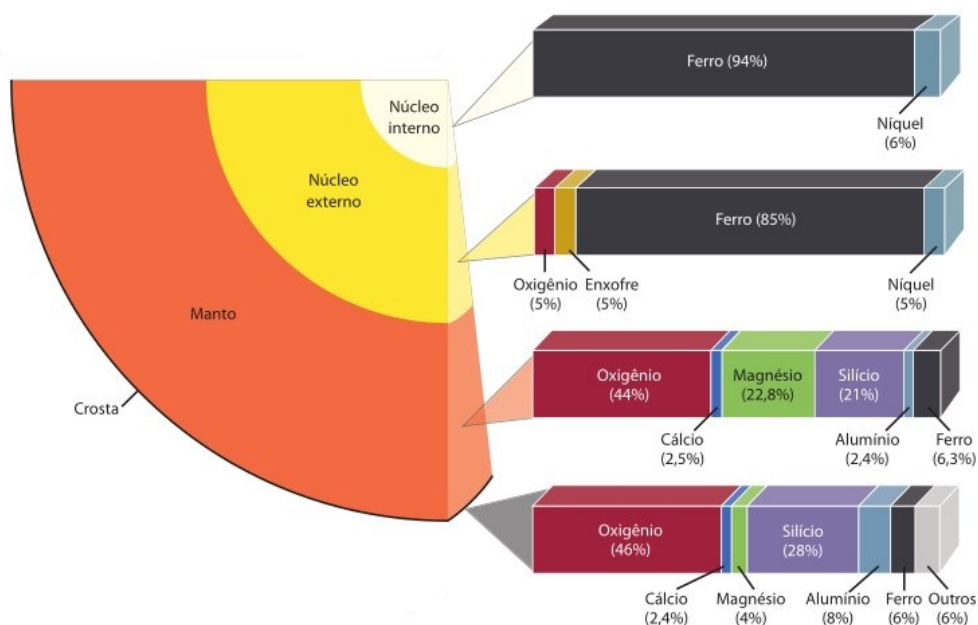
Há também uma região do Sistema Solar, para além da órbita de Netuno, portanto, distante do Sol e fria, onde há uma infinidade de fragmentos de rocha e gelo, chamados de cometas. Eventualmente, dependendo de alguma perturbação gravitacional, alguns deles se deslocam em direção ao interior do Sistema Solar e podemos identificar sua presença, na medida em que, indo para uma região mais quente, começam a vaporizar o gelo e formar uma longa cauda.

Tínhamos uma forte crença de que o processo de formação de planetas em torno de uma estrela, como o que ocorreu com o Sol, pudesse ter acontecido em muitas outras das estrelas que vemos no céu. Se assim o fosse, tornar as vizinhanças de uma estrela um local mais complexo, organizado e ricamente químico não seria uma espécie de privilégio somente nosso. Foi em 1995 que, de fato, o homem pode confirmar essa crença e identificar um outro “sistema solar”, ou seja, planetas orbitando uma outra estrela. São os chamados exoplanetas. Todos eles têm algo em comum com o nosso sistema: são mais frios que a estrela mãe e feitos de matéria quimicamente enriquecida. De lá para cá, é cada vez mais crescente o número de novos sistemas planetários encontrados, cada um com características particulares. É importante estudá-los para compreendermos a origem e destino do nosso próprio sistema.

Quando o processo de acreção diminuiu sua intensidade, pela própria diminuição de “escombros” disponível, nosso planeta não se parecia em nada com o que vemos hoje em dia. Na verdade, poderíamos compará-lo a uma grande bola de matéria aquecida, fruto do calor gerado, em sua maioria, pelos tantos impactos que sofreu por milhões de anos. Essa massa encandecida continha uma diversidade grande de elementos químicos que

hoje formam a Terra, mas tudo isso numa espécie de “lama pegajosa”. Como isso era fluido, os elementos químicos mais pesados, como o ferro, níquel e um pouco de silício afundaram e foram para o centro do planeta, formar hoje o que conhecemos por núcleo. (interno e externo). O interno é sólido, mas no externo o ferro é liquefeito. Nesse processo de diferenciação, nas camadas superiores ao núcleo foram se depositando os elementos mais leves, formando o que hoje conhecemos por manto. Por fim, na parte mais externa, como se fosse uma fina casca (conhecida hoje por crosta), ficaram os elementos ainda mais leves, como nata que flutua sobre o leite. A proporção dos elementos químicos em função das camadas da Terra está representada na figura a seguir:

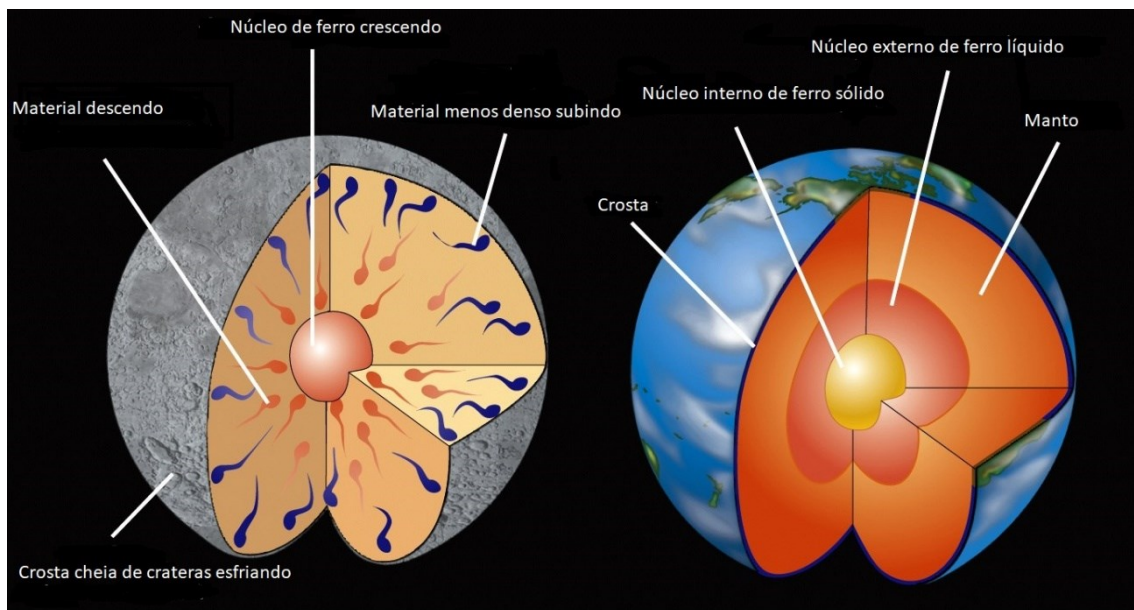
Figura 15: Proporção dos elementos químicos em relação às camadas da Terra.



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 12).

Os elementos mais pesados que hoje encontramos na superfície foram trazidos das camadas mais internas através do fluxo de lava que flui do manto para a superfície, encontrando nelas furos ou fraturas, que conhecemos por vulcões. A figura a seguir representa esse processo, mais intenso quando nosso planeta era mais jovem, e revela a estrutura interna de nosso planeta:

Figura 16: Representação esquemática de como a matéria mais interna da Terra interage com as camadas externas.



Fonte: Comins e Kaufmann (2010, p.179).

Gases como o dióxido de carbono se desprenderam das camadas mais internas, passando pela crosta e chegando à superfície, formando a primeira atmosfera terrestre, muito diferente do que temos hoje em dia. Seria impossível para nós respirar naquele ambiente.

Tanto a atmosfera primitiva quanto a crosta inicial da Terra foram enriquecidas com o tempo, resultado de um processo ocorrido do interior do planeta para o exterior (como o fluxo de elementos químicos, gases e formação de minerais), mas não só. Houve também um enriquecimento que veio do espaço em direção à Terra, como é o caso de grandes quantidades de água e até mesmo de moléculas mais complexas (como aminoácidos) que foram trazidas do espaço a bordo de asteroides e cometas que bombardearam e continuavam, ainda que em menor quantidade, a atingir a superfície de nosso planeta. Cerca de 500 milhões de anos após a formação inicial da Terra, nosso planeta passou por uma nova fase de intenso bombardeamento por asteroides, chamado de Bombardeamento Pesado Tardio. Acredita-se que mudanças na órbita de Júpiter e Saturno possam ter gerado uma perturbação no arranjo destes pequenos corpos que foram então lançados para dentro do Sistema Solar. Até hoje há provas deste episódio, que ficaram registradas na superfície da Lua, que também sofrera a mesma saraivada de asteroides. Por não ter uma atmosfera como na Terra, lá não há vento, chuva e nem mesmo

atividade biológica, e assim as grandes crateras ainda são visíveis. Por aqui, a dinâmica da Terra acabou por apagar estas marcas.

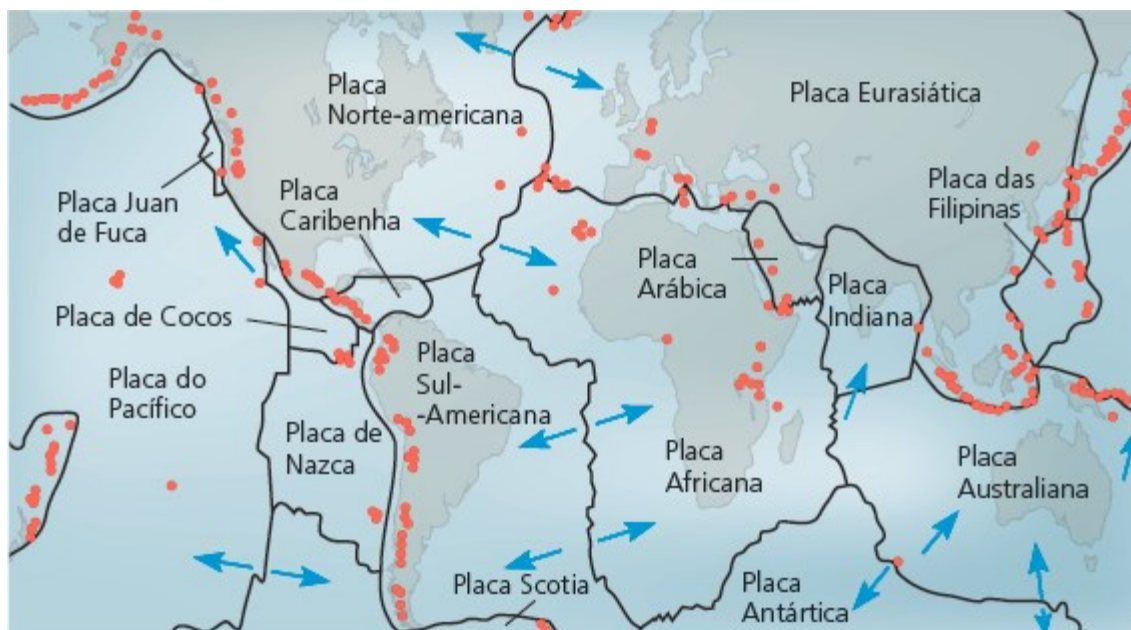
Os primeiros oceanos se formaram pelo vapor de água que desprendia do interior da Terra, formando nuvens que se condensavam na forma de chuva. Todavia, grande parte da água de nosso planeta deve ter vindo congelada nos núcleos de cometas que atingiram massivamente a Terra durante o Bombardeamento Tardio. Aproximadamente metade da enorme quantidade de gás carbônico presente na atmosfera primitiva foi carregada para os oceanos e permanece até hoje dissolvida em suas águas.

Pudemos compreender que desde os instantes iniciais, a Terra já tinha movimento de rotação, e a combinação dele com as correntes de ferro fundido no núcleo externo gerou um campo magnético em nosso planeta, presente até os dias atuais. É como se a Terra se comportasse como um imenso ímã, e cria em seu entorno um campo magnético invisível aos nossos olhos, mas que barra partículas carregadas eletricamente que viajam pelo espaço.

É possível entender que a formação da Terra é um processo dinâmico contínuo, que se estende até os dias atuais. Isso, porque nosso planeta tem energia para tal, em partes, devido ao calor interno, em partes, pelo calor externo, que provém de nossa estrela mãe. A energia interna age movimentando a superfície da Terra, sendo capaz de arrastar continentes e levantar montanhas. A energia externa vinda do Sol age sobre a atmosfera e os oceanos, controlando o clima.

A energia interna se manifesta da mesma forma que ocorre quando colocamos água numa panela. A que está mais próxima do fundo se aquece mais do que a parcela superior. Mais aquecida, torna-se menos densa e sobe num movimento natural. A que está mais fria, e logo, mais densa, desce, criando uma espécie de fluxo contínuo. Assim ocorrem com as camadas mais próximas à superfície da Terra. O material quente do manto sobe e extravasa, recriando a superfície. Todavia, como o planeta não cresce em tamanho, deve haver lugares onde a superfície velha deve ser consumida, como se nosso planeta “renovasse sua pele”. De fato, esses locais existem, e eles se encontram em pontos onde há “fraturas” na crosta terrestre. Isso porque, conforme representado na figura 17, há cerca de 12 grandes placas, além de outras menores, que formam as camadas superiores de nosso planeta, as quais podem deslizar sobras as camadas mais elásticas, logo abaixo.

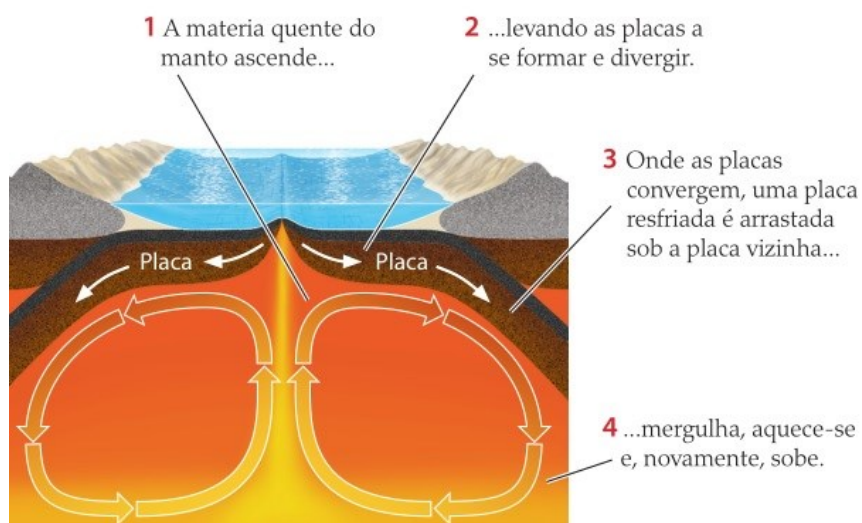
Figura 17: Principais placas tectônicas. Pontos em vermelho e setas em azul representam locais onde há intensa atividade tectônica.



Fonte: Reece et al. (2015, p.533).

Numa espécie de gigantesca esteira rolante, a matéria que sobe do manto vai estirando a superfície, criando uma nova. Isso está ocorrendo agora, em espécie de rachaduras no fundo dos oceanos, e nesses locais se encontram pontos de desprendimento de calor, como espécie de chaminés submarinas. A superfície criada um dia emerge, tornando terra firme e envelhecerá com o tempo. Todavia, numa espécie de reciclagem, ela voltará a submergir sobre outra placa, conforme revela a figura a seguir:

Figura 18: Representação de como a superfície da Terra se renova.



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 16).

Assim como nas regiões onde uma nova superfície está sendo criada, nos locais onde as placas mergulham, processos interessantes também ocorrem. Quando a placa que tende a mergulhar tem a mesma densidade da placa superficial com a qual ela se encontra, a trombada entre elas fará com que empinem, como dois tapetes que se trombam num chão liso. Esse levantamento dá origem a cordilheiras de montanhas, como é o caso dos Himalaias. Às vezes, acontece de as placas terem densidades diferentes, e nesse caso, a placa oceânica mais pesada mergulha sobre a placa do continente, fazendo com que o calor desprendido do manto crie cadeias de montanhas vulcânicas, como é o caso da Cordilheira dos Andes.

Isso revela que a superfície da Terra foi se transformando à medida que o calor das camadas internas foi se desprendendo (e isso ainda está acontecendo!). Devido a essa dinâmica, os continentes nem sempre estiveram nas posições que se encontram hoje, conforme estão nos mapas. Eles já estiveram reunidos, numa espécie de supercontinente, como foi a Pangeia, palavra grega que significa “toda a Terra”. Como peças de um quebra-cabeças, podemos ver que alguns continentes se encaixam, como é o caso do “ombro do Brasil” na “axila da África”, por exemplo. Isso significa que, se eles mudaram suas posições no decorrer do tempo devido ao movimento das placas sobre as quais eles estão, regiões que hoje são desérticas, no passado podem ter sido cobertas por gelo e vice-versa. De fato, em partes da África tropical são encontradas marcas de movimento de geleiras, assim como fósseis de plantas tropicais onde hoje é a gelada Groenlândia.

Além dessa dinâmica afetar o arranjo dos continentes, ela influenciou (e ainda influencia!) na superfície e na atmosfera da Terra. Na crosta terrestre houve uma diversificação significativa de minerais, que foram criados por meio de altas temperaturas e pressões geradas pelos movimentos das placas. Na atmosfera, processos muito importantes também ocorreram. Isso, porque dependendo da composição dos gases que formam essa camada que nos envolve, teremos impactos consideráveis na temperatura da superfície, que fizeram que ela oscilasse numa faixa que gira em torno de zero a 100°C.

Gases como o dióxido de carbono, o metano e o vapor de água causam o que hoje se conhece como efeito estufa. Quem já entrou em uma estufa de cultivo de plantas conhece bem esse efeito, ou seja, a radiação solar atravessa a cobertura da estufa, atinge as plantas e reflete de volta para o espaço. Entretanto, como uma espécie de armadilha, uma parte desta radiação que deveria retornar fica aprisionada dentro da estufa, fazendo com que o ambiente lá dentro se aqueça. É o mesmo que esses gases fazem, ou seja, permitem que a radiação solar entre, mas bloqueia que uma parte volte ao espaço.

A Terra jovem tinha sua atmosfera praticamente composta por gás carbônico desprendido dos processos geológicos descritos. Podemos imaginar que isso elevasse ao extremo as temperaturas na superfície. Mas não foi isso o que ocorreu, por condições existentes à época. Uma delas, é porque o Sol emitia somente 30% da energia que ele desprende hoje, uma vez que estava em sua fase inicial de formação. Nesse cenário, os gases de efeito estufa até ajudaram nosso planeta a não se congelar em seus primórdios. O Sol evoluiu e passou a emitir mais energia, mas a Terra possui mecanismos de controle de temperatura, como uma espécie de termostato em nossos refrigeradores, que regulam quando ela deve ligar ou desligar.

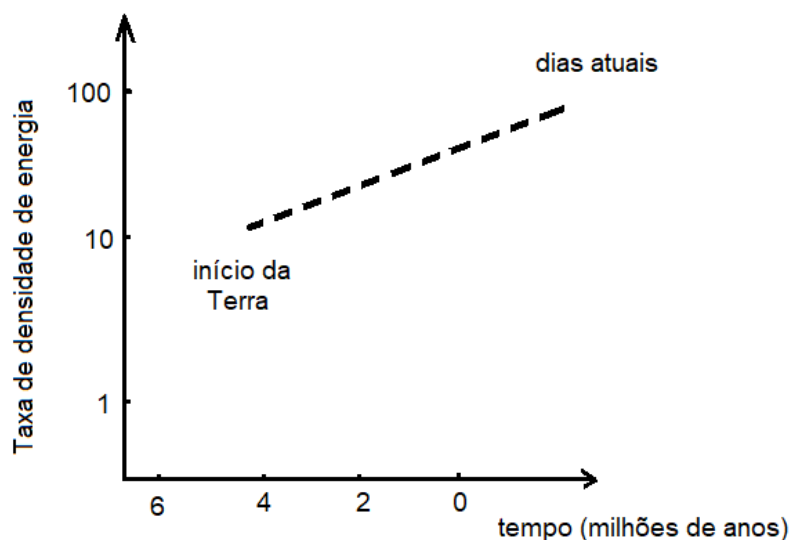
Um destes “termostatos terrestres” é criado pela interação entre a atmosfera e a superfície. Vejamos: o gás carbônico, presente na atmosfera, quando em contato com a água das chuvas, dá origem ao ácido carbônico. Ele é capaz de dissolver muito lentamente rochas que apresentam carbono, que é arrastado para os oceanos. Esse carbono fica soterrado no manto por milhões ou até bilhões de anos, de modo que há mais carbono enterrado do que na superfície ou mesmo na atmosfera terrestre. Entretanto, à medida que o gás carbônico fosse reagindo com a chuva e sendo carregado para o subsolo, a tendência natural de nosso planeta seria a de congelar. Nesse caso, temos uma fonte emissora de gás carbônico para a atmosfera: os vulcões. Eles são mantidos pela própria esteira rolante das placas. Ao desprenderem mais gases, equilibram a parcela que é carregada para os oceanos.

O ciclo se auto equilibra, na medida em que, quanto mais gás carbônico é desprendido para a atmosfera, mais quente ela fica, mais água evapora dos oceanos, mais chuvas ocorrem e mais gás carbônico é retirado da atmosfera. A Terra esfria, mas os vulcões fazem as coisas se aquecerem de novo, na medida em que repõem o gás carbônico. Interessante notar que o equilíbrio desse processo independe da influência de organismos vivos, que como veremos, também entrarão nesse ciclo, como mais um elemento de regulação.

Pudemos perceber que a dinâmica impressa na formação da Terra favoreceu a condições Cachinhos Dourados. Uma delas é a disponibilidade de energia, tanto interna quanto externa. A interna dá origem aos mecanismos geológicos na superfície da Terra, que favorecem a uma diversificação de minerais, assim como regulam a temperatura média do planeta. Essa faixa de temperatura, que também é influenciada pela energia externa, ou seja, oriunda do Sol, permite que encontremos água em estado líquido, e isso favorecerá a origem de arranjos mais complexos, como é a vida.

Com base na história até agora revelada e segundo a evolução cósmica proposto por Chaisson (2014), é possível perceber que planetas são mais complexos do que estrelas. Conforme revela o gráfico a seguir, o autor traz uma comparação entre a taxa de densidade de energia envolvida nas etapas iniciais de formação da Terra e aquela que está relacionada aos processos que hoje ocorrem desde as mais altas camadas da atmosfera até as regiões mais profundas dos oceanos, ou seja, onde circula a energia vinda do Sol.

Gráfico 2: Φ_m da Terra ao longo de seu processo de desenvolvimento até os dias atuais.



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p.28).

Segundo o autor, no início do processo de formação da Terra sua energia interna teve um papel muito mais preponderante em sua constituição. Todavia, com o aumento da luminosidade do Sol quando ele entra na Sequência Principal, os processos que passam a ocorrer na superfície, e que são influenciados pela energia solar, ganham muito mais relevância do que os internos. Hoje, a dinâmica externa de nosso planeta, uma vez que temos oceano e atmosfera, interferem muito mais em sua complexidade do que a interna.

Na história do Universo, são essas as condições que permitiram chegar ao quinto nó, que trará mais complexidade à trama.

Quadro 6: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 4º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses

Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.5 Quinto nó: A vida

A Terra primitiva tinha disponível uma química diversificada, além de fontes de energia. É nesse cenário que a vida deve ter se manifestado em sua forma mais essencial. Ela necessita de um fluxo de energia oriundo do entorno para manter seu estado de organização, e seguir na direção contrária à tendência galopante da entropia. Diferentemente das estrelas, que trazem consigo todo o “combustível” que irão “queimar” durante sua existência, seres vivos precisam a todo momento reabastecerem-se em alguma fonte. Esse fato ajuda a entender porque a vida parece ir contra o fluxo natural da entropia, ou seja, de criar cada vez mais desordem. É porque, na verdade, a entropia até se beneficia da vida, uma vez que para manter algo vivo, é necessário que a energia do ambiente seja transformada, degradada, tendo como resultado ainda mais desordem. Do contrário, o que não é vivo não necessita empregar energia do entorno para se manter, o que resultaria num cenário de entropia menos veloz.

Na “Grande História” não há evidências de como a vida possa ter iniciado. Isso deve ter ocorrido cerca de 3 bilhões de anos atrás, aproximadamente quando a Terra tinha 1,5 bilhão de anos. Pode ser que, reunidas algumas condições essenciais, formas simples de vida até surjam facilmente, levando-nos a pensar que ela possa ter se originado nos primeiros milhares de anos de existência de nosso planeta, mas pode ter sido destruída pelas próprias condições da época, como uma superfície bastante instável e bombardeada pelos corpos vindos do espaço. São como provas de um crime que o tempo se incumbiu de esconder.

Uma vez que as mudanças drásticas foram amenizadas, como o esfriamento da crosta inicialmente muito quente, a diminuição do bombardeamento, a disponibilidade de energia, a abundância química e a presença da água, o cenário se tornou mais favorável à estruturação de moléculas mais complexas, que resultaram na vida. Aliás, a água em estado líquido, dada pela faixa de temperatura que o termostato terrestre permite, favoreceu que substâncias se formassem, uma vez que o grau de mobilidade dos átomos é maior quando estão nesse estado físico. Se as temperaturas fossem mais baixas e a água

se mantivesse congelada, teríamos um grau muito menor de mobilidade das substâncias e, provavelmente, encontros favoráveis à vida seriam mais difíceis. O extremo oposto também vale, ou seja, no estado gasoso as substâncias ficam soltas demais, e a junção se torna mais difícil.

Assim, o ambiente mais propício a essa organização foi o aquoso, o que indica que ela deve ter ocorrido nos oceanos e próximos às fontes hidrotermais, que são espécies de chaminés submersas localizadas nas regiões de fraturas, onde o calor está subindo do manto. De alguma forma, essa primeira forma de vida se valia do calor e da acidez desse ambiente para manter-se.

Quem era essa forma de vida? Ao certo, não sabemos e nem temos registros atuais dela. Deu-se o nome a ela de o “último ancestral comum universal”, abreviado do inglês pela sugestiva sigla Luca. É como se fôssemos voltando gerações e gerações em busca da primeira de todas elas. Lá está o nosso ancestral mais antigo, a partir do qual, todos os demais seres vivos conhecidos se desenvolveram. Estudos genéticos atuais revelam que genes presentes em bactérias da atualidade devem ser muito antigos, e estão associados a uma forma de vida que habitou aqueles ambientes oceânicos. Isso mostra que, mesmo vivendo na atualidade, esses seres advêm de ancestrais muito antigos.

Luca certamente não tinha capacidade de se distanciar das fontes de calor, que de alguma maneira lhe fornecia a energia necessária para se manter. Em certa medida, também pela falta de algum tipo de membrana ou envoltório que mantivesse sua precária estrutura protegida. Acredita-se que, inicialmente, Luca esteve abrigado dentro dos poros de rochas do fundo oceânico. Todavia, membranas se formam com certa facilidade, quando moléculas de lipídio (gordura) se juntam para formar longas cadeias que, quando curvadas, se fecham numa espécie de casulo. Isso pode garantir proteção e ao mesmo tempo troca com o ambiente externo, tendo em vista que esse envoltório é permeável.

Ainda que Luca tivesse esse abrigo e conseguisse obter energia num meio muito limitado como as fumegantes chaminés hidrotermais, ele necessita de uma característica própria do que é vivo: capacidade de fazer cópias de si próprio, ou seja, se reproduzir. Isso garante que o organismo irá se perpetuar, contra a tendência da entropia de desagregar os seres. Para isso, Luca e todos os seus descendentes desenvolveram um método de cópia que usamos até os dias atuais. Trata-se de uma molécula bastante longa, chamada de DNA (tipo de ácido nucleico), que carrega informações sobre como um novo organismo deve ser feito. Essas informações são organizadas em genes, ou seja, em unidades fundamentais da hereditariedade, formadas por uma sequência específica de

ácidos nucleicos. Os ácidos nucleicos, como é o caso do DNA, têm em sua composição as bases nitrogenadas que, no DNA são a Adenina, Timina, Citosina e Guanina representadas, respectivamente pelas letras (A, T, C e G), para ficar mais fácil nossa compreensão. Essas bases nitrogenadas são organizadas em conjuntos de três letras e o curioso é que, mesmo que com apenas quatro “letras”, é possível escrever uma infinidade de informações, quando combinadas, de três em três, de modos aleatórios. Em cada trinca de letras há uma instrução do que deve ser feito. Quem lê essa infinidade de sequências de três letras e vai executando o que deve ser feito é outra molécula, chamada de RNA (outro tipo de ácido nucleico, que não apresenta a Timina em sua composição, mas sim a Uracila – “U”), por meio de processos bioquímicos que terão como resultado final a síntese das proteínas

Os primeiros seres, como Luca, deviam ter esse mecanismo de reprodução solto dentro da sua capa envoltória, sem muitas repartições internas para separar uma estrutura da outra, numa espécie de lama química com diversas moléculas. Esses seres são chamados de procariontes, e eles dominaram o cenário terrestre até cerca de 600 milhões de anos atrás, quando nenhuma outra forma de vida existia, senão similar a essa. São tão pequenos, que emprestando a comparação de Christian (2019), 100 mil deles caberiam dentro deste ponto (.). Segundo ainda o mesmo autor, se somarmos todos os procariontes que habitam nosso próprio corpo (interna e externamente), teremos mais indivíduos do que o total de células nossas.

Se inicialmente os procariontes obtinham sua energia por meio químico a partir de elementos presentes em rochas e águas enriquecidas próximas às chaminés hidrotermais, com o tempo eles desenvolveram outras possibilidades para obtenção de energia, como aprender a comer outros procariontes, por exemplo. Isso permitia que pudessem se afastar daqueles pontos. Outros, há cerca de 3,5 bilhões de anos, desenvolveram um mecanismo ainda mais interessante: obtenção de sua energia diretamente da luz solar. Considerando a bonança de energia que essa fonte fornece diariamente, foi um marco na história da vida da Terra, o que favoreceu, inclusive, ao aumento expressivo da população destes seres. Eles formaram estruturas, como corais, que são hoje conhecidas por estromatólitos, encontradas ainda em algumas praias do mundo, uma vez que para empregar a luz solar, eles tiveram que sair das profundezas oceânicas onde a luz não chega. Mais da metade da história da vida na Terra se deu somente com a presença destes seres, e, segundo Christian (2019, p. 141), “se alienígenas tivessem vindo em busca de vida no nosso planeta, teriam encontrado os estromatólitos.

Talvez seja isso que encontremos quando detectarmos vida em planetas rochosos de outros sistemas estelares.”

Outras formas emergiram a partir do uso da energia solar, como a que ocorreu com um grupo de organismos chamados de cianobactérias, pertencentes ao reino protista. Além da luz solar e da água disponíveis, elas começaram a empregar o gás carbônico presente na atmosfera para obter ainda mais energia. Com isso, elas podiam produzir e armazenar pacotes de energia como uma espécie de reserva na forma de moléculas do que conhecemos por carboidrato. Havia também gases de resíduos deste metabolismo, que conhecemos por oxigênio. Esse processo é denominado fotossíntese. Sinteticamente, o que elas faziam (e ainda fazem!) é:

[Água + gás carbônico + energia da luz solar = carboidrato (reserva de energia) + oxigênio]

Segundo Chaisson (2014), trata-se de um processo pouco eficiente, uma vez que apenas 0,1% da energia solar é convertida em energia química. Todavia, ainda mais eficiente dos que as formas anteriores de obtenção de energia.

Um aspecto extremamente relevante que ocorreu a partir desta nova forma de obtenção de energia é o desprendimento de oxigênio numa atmosfera que até então era abundante em gás carbônico. Como o oxigênio é um elemento químico altamente reativo, por aproximadamente 600 milhões de anos esse produto indesejável das cianobactérias reagiu com diversos elementos disponíveis no solo, dentre eles, o ferro. Assim, a quantidade desse gás liberado na atmosfera, à época, não foi capaz de preenchê-la como nos níveis atuais. Entretanto, na medida em que a reação do oxigênio com os elementos disponíveis foi se completando, devido à própria disponibilidade destes elementos, o patamar nos níveis de oxigênio na atmosfera começaram a subir. Isso ocorreu há cerca de 2,4 bilhões de anos, desencadeando no chamado “grande evento de oxigenação”, que transformou a vida da Terra e a vida dos seres que até então a habitavam.

Quanto à vida dos seres que aqui viviam, a mudança foi drástica. Para grande parte dos seres procariontes, o oxigênio era tóxico, e isso acarretou a primeira grande extinção da face da Terra. Aqueles que não morreram passaram a viver em locais pobres em oxigênio, como dentro de rochas, por exemplo.

Em relação ao ambiente, as mudanças também foram significativas. Foi nessa época que o oxigênio presente no alto da atmosfera pôde se combinar para formar um novo tipo de molécula, o ozônio, que com o tempo formou uma camada. É essa mesma

camada que protege nosso planeta de radiações ultravioletas provenientes do Sol. Abrigados dela, seres procariontes podem ter se adaptado a viver em terra firme, sob a proteção de uma radiação que era prejudicial a eles.

Uma outra mudança significativa ocorreu em relação ao clima. Com o emprego contínuo do gás carbônico pelas cianobactérias, seu nível na atmosfera foi diminuindo. Devido ao fato de ele provocar o efeito estufa, a Terra passou por um período de congelamento com seu decréscimo, e esse efeito se deu de maneira descontrolada, como uma crescente bola de neve. Com a diminuição do gás carbônico, a temperatura caiu, superfícies de oceanos congelaram, mais neve foi depositada sobre o continente, que se tornou branco. Superfícies claras refletem mais calor do que as escuras. Com isso, o calor que vem do Sol reflete mais para o espaço, em vez aquecer a superfície e isso acentua ainda mais a queda da temperatura. Resfriando mais, mais neve, mais superfícies refletivas, mais calor é rebatido para o espaço e mais as geleiras crescem em tamanho. Naquela época, elas chegaram dos polos até o equador de nosso planeta, cobrindo-o de neve. O ciclo descontrolado de congelamento foi rompido pelos vulcões, que impulsionados pelo movimento das placas, lançaram na atmosfera gases de efeito estufa, que conseguem aumentar a temperatura e derreter o gelo. Assim, o termostato que equilibra a temperatura da Terra passou a contar com um novo elemento: seres vivos, que como tais, passaram a influenciar a dinâmica do planeta.

Há cerca de 1,8 bilhão de anos surge na Terra uma nova categoria de organismos, chamados de eucariontes. Diferentemente dos procariontes, que possuem o interior de sua capa protetora relativamente desorganizado, nos eucariontes surge estrutura interna (núcleo) que se separa dos demais componentes (organelas). Além disso, esses organismos apresentaram estruturas mais complexas, pois acredita-se que passaram por processos em que outros procariontes foram englobados em seu interior, como é o caso dos ancestrais das mitocôndrias e dos cloroplastos. Esse processo foi benéfico a ambos, hospedeiro e hóspede, uma vez que num ambiente em que a atmosfera passara a ter mais oxigênio, procariontes anaeróbicos hospedaram dentro de si outros procariontes processadores de energia, como é o caso das mitocôndrias e dos cloroplastos.

Segundo Christian (2019), este tipo de fusão deve ser algo de rara ocorrência, e mesmo que no universo seja possível encontrar uma grande diversidade de bactérias, deve ser pouco comum que elas tenham feito este tipo de junção, que favoreceu a evolução dos seres eucariontes. Tendo em vista que organismos grandes e mais complexos só são feitos de células eucariontes, eles devem ser, portanto, extremamente raros no universo.

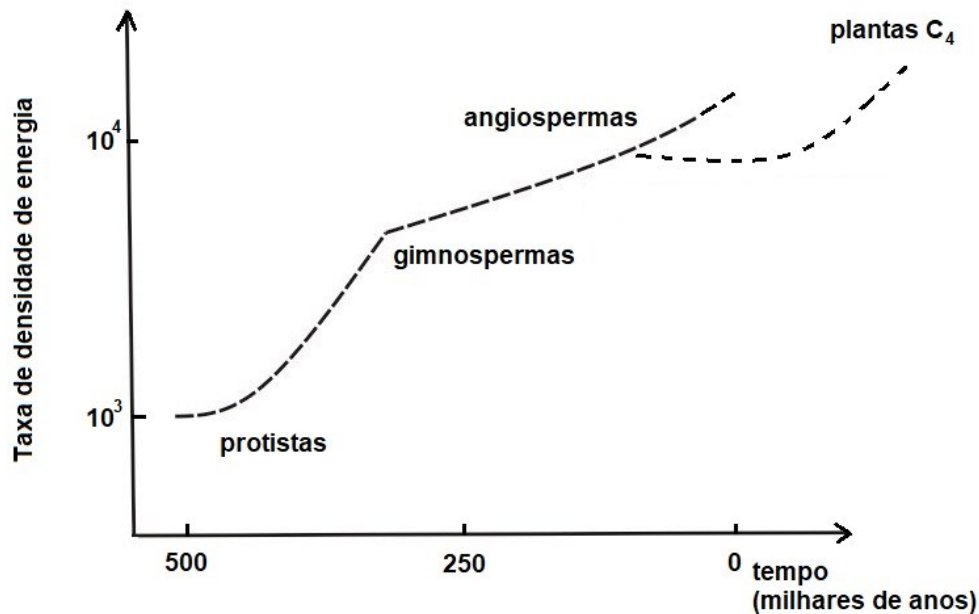
Os eucariontes que “hospedaram” os ancestrais dos cloroplastos passaram a obter energia por meio da fotossíntese, uma vez que tais organelas conseguem aproveitar a energia solar. Esses organismos são as cianobactérias, conforme indicado anteriormente. A sua evolução irá resultar em todo um conjunto de seres vivos que comporão o Reino Vegetal.

Com o passar do tempo, esses seres extremamente dependentes da água começaram a se adaptar a ambientes úmidos, com menor disponibilidade de água. Além disso, puderam contar com mais de uma célula, tornando-se seres multicelulares, conforme veremos mais adiante. No reino vegetal, a diversificação de espécies se deu em função de adaptações que foram surgindo, como sistemas vasculares que transportam nutrientes entre suas diferentes partes. A associação com fungos também ajudou na conquista do ambiente terrestre, uma vez que eles auxiliavam na obtenção de água e nutrientes do solo. Novas diversificações deram origem a estruturas mais complexas, como raízes, por exemplo, que permitem a fixação do organismo em ambientes mais secos e a possibilidade de obtenção de água do solo.

Essa diversidade vegetal se traduziu em inicialmente plantas de pequeno porte, como musgos (briófitas) e samambaias (pteridófitas), por exemplo. Ao longo de milhares de anos, também originaram as de maior porte, como aquelas com sementes nuas (gimnospermas), que deram origem às primeiras florestas. A partir da diversificação delas, passamos a contar com plantas que produzem flores e frutos, os quais envolviam suas sementes, as angiospermas.

Sistemas mais complexos demandam mais energia. De fato, gimnospermas necessitam de menos energia para o crescimento do que as angiospermas. Há ainda um outro tipo de plantas, dentre as angiospermas, que conseguem maior eficiência na fotossíntese, chamadas de C_4 , que se desenvolvem em climas quentes e foram cultivadas, posteriormente, pelos humanos, como é o caso do milho e da cana de açúcar. O gráfico a seguir mostra o comportamento da taxa de densidade de energia (Φ_m) destes diferentes grupos de plantas.

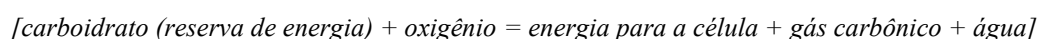
Gráfico 3: Taxa de densidade de energia (Φ_m) de grupos de plantas, mostrando a complexidade crescente ocorrida ao longo do tempo.



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p.35).

Assim como os procariontes impactaram a dinâmica do planeta, os eucariontes também tiveram um papel de destaque nesse quesito. Tratam-se dos primeiros organismos a usar de forma sistemática o oxigênio disponível, algo até então impossível, tendo em vista sua escassez na atmosfera primitiva terrestre. Eles passam a obter a energia que os afasta da entropia crescente por meio de um processo conhecido por respiração, que é uma reação química reversa da fotossíntese. Enquanto nesta última os organismos usam a luz solar, a água e o gás carbônico para gerar pacotes de energia na forma de carboidratos e liberam oxigênio, na respiração é o oxigênio que é empregado, juntamente com o carboidrato para produzir energia, tendo como resíduo o gás carbônico e a água. Vale destacar que as plantas realizam fotossíntese para produzirem seus pacotes de energia e também os empregam na respiração para manter seu metabolismo, ou seja, plantas realizam respiração e fotossíntese.

Esquemáticamente, o processo da respiração ocorre assim:



Uma vantagem deste processo é que, com o oxigênio, os seres que fazem respiração conseguem extrair dez vezes mais energia do carboidrato produzido na

fotossíntese quando comparado aos procariontes que obtinham energia apenas pela luz solar. De certa maneira, podemos dizer que, ao consumirmos os alimentos, que são os produtos da fotossíntese, encontramos indiretamente um modo de também usarmos a energia do Sol para nossa sobrevivência.

Nesse encadeamento de fatos, podemos visualizar um equilíbrio na relação entre os seres procariontes, eucariontes e a própria Terra, uma vez que o “rejeito” de um é o “alimento” do outro, e o processo regula as condições climáticas, assim como é regulado por elas.

Além da mudança na forma de obter energia para sua manutenção, os eucariontes trouxeram uma novidade extremamente importante no cenário da vida: o sexo. Enquanto os procariontes se reproduziam por modos que não necessitavam de um outro organismo para isso, ou seja, eles simplesmente se dividiam em dois, os eucariontes precisam de um parceiro. Logicamente, que a diversidade de vida trouxe exceções, como é o caso de seres eucariontes que se reproduzem por partenogênese, ou seja, os óvulos da fêmea não necessitam ser fecundados pelo macho para que se desenvolvam em novos seres.

À primeira vista, o sexo parece até uma desvantagem, pela necessidade que existe de encontrar um par para ocorrer a reprodução. Nos procariontes, o material genético que ordena como fazer um novo ser está disperso no interior de sua capa protetora, e no processo de divisão para criar um novo ser, pedaços desse material genético se perdem e podem até ir parar dentro de outros seres. Desse modo, podem até trocar algum tipo de material genético, mas de forma meio caótica. Nos eucariontes, esse mecanismo é mais ordenado, pois o material genético está preso dentro de um compartimento próprio, que é o núcleo. Ele só é liberado sob condições específicas. Além disso, eles trazem uma vantagem sobre os procariontes, pelo fato de que na junção de dois indivíduos, cada um entra com uma parte do material a dar origem ao novo ser, o que permite que novas gerações ganhem em variabilidade genética.

Essa é uma forma da vida não sucumbir à entropia, tendo em vista que, quando um indivíduo morre, um outro é capaz de tomar o lugar dele. Entretanto, o processo de reprodução, geração após geração, pode apresentar pequenos erros de cópia. Numa comparação grosseira, é como se fizéssemos uma fotocópia de um manuscrito, mas que por algum motivo, alguma palavra tenha saído mal definida. Esse “erro” poderá ser passado para as fotocópias seguintes. Esse tipo de “problema” ocorre nos genes, que como dito anteriormente, são a unidade fundamental da hereditariedade e, por meio de diversas maneiras de alteração como, por exemplo, na troca de uma das bases nitrogenadas que

compõem os nucleotídeos, pode acarretar cópias com características diferentes de sua original.

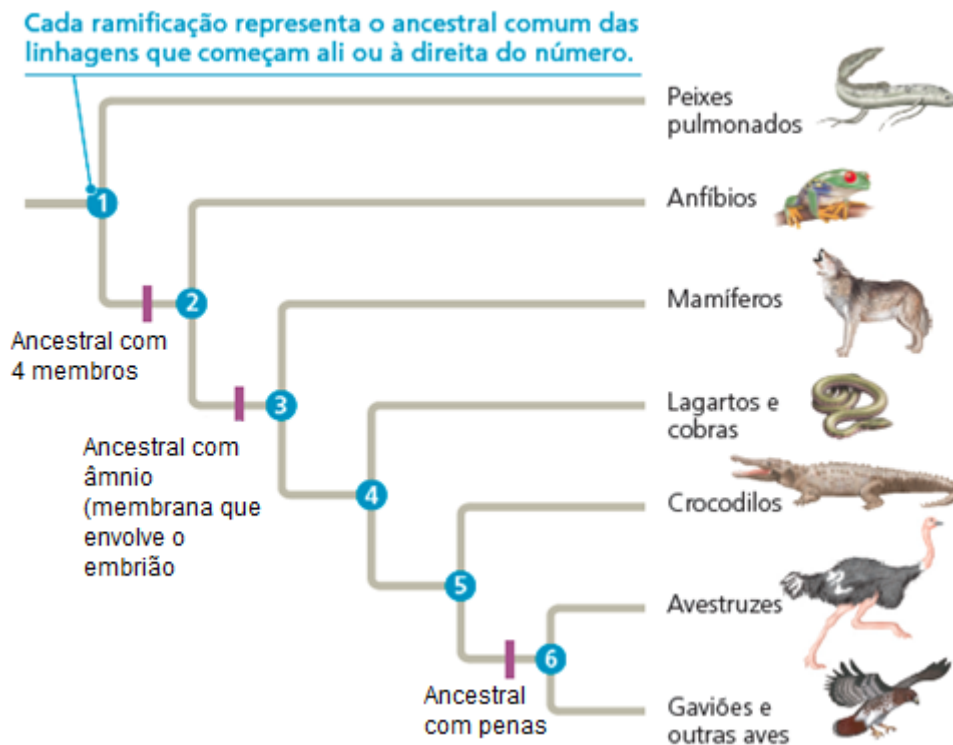
Essas pequenas mudanças genéticas são a chave para um poderoso processo de complexificação crescente, e está na base do processo de seleção natural descrito por Charles Darwin. Isso porque, fruto destes pequenos “erros”, descendentes podem possuir características que os favorece, a depender do ambiente onde estão inseridos. Para Christian (2019, p.104) “a seleção natural filtra algumas possibilidades genéticas, permitindo apenas aquelas compatíveis com as regras locais”. À semelhança das leis físicas que organizaram o universo tal qual ele é hoje e não de outro modo, a seleção natural limita as possibilidades que os organismos terão para se diferenciarem. Distintamente das leis físicas que são as mesmas em todo o universo, na seleção natural as regras são locais, e um aspecto do ambiente que favorece uma determinada característica de um indivíduo pode não favorecer a de outro.

A seleção natural explica como podemos chegar a ter organismos com estruturas complexas a partir de seres mais simples, como os procariontes e os primeiros eucariontes. Dois ingredientes são necessários nesta fórmula: repetição e mais repetição de cópias ao longo de milhões e bilhões de anos, e nessas cópias variações (erros) podem surgir, aliadas a condições ambientais que filtram qual ou quais destas variações serão benéficas ou não para o prosseguimento daquela espécie.

Não é uma tarefa tão simples encontrar o fio da meada nessa trama de milhões de anos e saber qual espécie sofreu alguma variação que foi benéfica a sua manutenção. Hoje em dia recorre-se ao estudo do material genético (genoma) para descobrir que genes há em comum entre espécies distintas. A ideia é que quanto mais diferentes forem os genomas, mais tempo se passou desde a época em que as distintas espécies compartilhavam um ancestral comum, ao passo que, se voltarmos ao primórdio, nos encontraremos todos em Luca.

Nessa linha de raciocínio, conforme exemplifica Christian (2019), os humanos e os chimpanzés compartilharam um ancestral comum há aproximadamente 7 ou 8 milhões de anos, ao passo que nossos genes e os de uma banana mostram que caminhos genéticos diferentes foram tomados por volta de 800 milhões de anos atrás. Essa diversificação foi criando um tipo de estrutura ao estilo de uma árvore, partindo de um único tronco, que se ramifica quando uma nova característica surge numa dada população, conforme representado na figura 19.

Figura 19: Exemplo da árvore evolutiva dos tetrápodes, ou seja, animais que têm coluna vertebral e quatro membros.



Fonte: Adaptado de Reece *et al.* (2015, p. 474).

O esquema mostra, por exemplo, que lagartos e cobras tiveram um ancestral comum com as aves (indivíduo 4), ao passo que os mamíferos (onde nos incluímos) tiveram, anteriormente, um ancestral comum (indivíduo 3) com o indivíduo 4.

Isso revela que os seres compartilham características devido à ancestralidade comum, o que permite que agrupemos seres em categorias cada vez mais abrangentes, conforme o que eles compartilham em termos de características (às vezes, só identificadas geneticamente). Sendo assim, é possível criar uma sequência de mais abrangente para o menos da seguinte forma: domínio – reino – filo – classe – ordem – família – gênero – espécie. No caso dos atuais seres humanos, a título de exemplo, temos a seguinte configuração: domínio *Eukarya*; reino *Animalia*; filo *Chordata*; classe *Mammalia*; ordem dos *Primates*; família *Hominidae*; gênero *Homo* e espécie *sapiens*.

Todavia, grande parte do tempo de existência de vida na Terra foi marcada por seres unicelulares, fossem eles procariontes ou eucariontes. Mais precisamente, por 3,5 bilhões de anos dos 4,5 bi de idade da Terra, eles foram os únicos que aqui habitaram. Isso revela que organismos que possuem muitas células são algo mais recente e mostra

que se foi relativamente “fácil” nos primórdios do mundo atingir a vida unicelular, o mesmo não se pode dizer dos multicelulares.

A multicelularidade é uma característica complexa, pois não se trata apenas de possuir um grande número de células, mas de fazê-las trabalhar de modo conjunto, cada grupo desempenhando sua função. Organismos multicelulares, como nós, por exemplo, vieram de uma única célula, o óvulo fertilizado. Logo, temos o mesmo pacote de genes em todas as células de nosso corpo, mas elas não são iguais, todavia. A célula que forma o coração não é igual à que forma o cabelo ou o pulmão. Esse processo de diferenciação deu início quando o óvulo fertilizado começou a se dividir, sendo que as novas células ativaram partes diferentes do seu pacote de genes, que deu o comando para que células diferentes fossem formadas.

Provavelmente, os primeiros organismos multicelulares foram plantas, porque elas tinham condição de gerar sua própria demanda de energia a partir da luz solar. Os animais, por sua vez, necessitavam obter seu sustento por meio de processos mais complexos, como a ingestão de outros seres vivos, como as próprias plantas, por exemplo. Vale destacar que nesses processos sempre há desperdício de energia. Grande parte da energia que uma planta obtém do Sol para fazer seu carboidrato é desperdiçada, pois a fotossíntese não tem uma alta performance. Quando um animal se alimenta de uma planta (um herbívoro), 90% do que ela obteve da fotossíntese também são desperdiçados, pois também não há um alto rendimento. Se um outro animal se alimentar deste anterior (carnívoro), a energia obtida da fotossíntese inicial será ainda menor, e assim sucessivamente. Logo, nessa cascata de desperdício, é possível entender porque há mais plantas do que herbívoros, e mais herbívoros do que carnívoros. Toda a energia que não serve para manter a organização destes seres vivos é despreendida para o meio (como calor emitido por esses organismos), e tudo isso contribui com o aumento da entropia geral. Mais uma vez vemos que apesar de a entropia ser reduzida no indivíduo, o preço de mantê-lo organizado é tornar o entorno mais desorganizado. Apesar do processo de perda existente entre cada grupo de indivíduos, o fato de contarmos com organismos que podiam se manter às custas de consumir outros organismos favoreceu a diversidade das formas de vida e sua complexidade.

A multicelularidade foi um recurso amplamente explorado pelos processos evolutivos, como um brinquedo novo por uma criança. Há cerca de 500 milhões de anos, num período de apenas 10 milhões de anos (é nada, frente aos 4 bilhões anteriores), houve uma explosão de formas de vida multicelulares. Esse período vibrante na história da vida

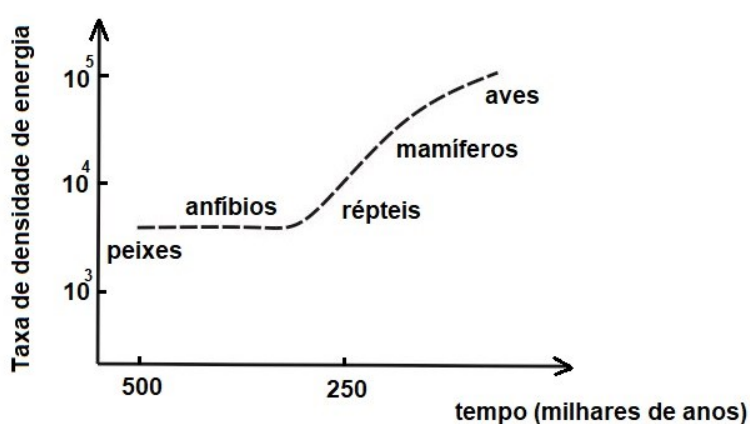
recebeu o nome de explosão cambriana, ou como alguns preferem comparar, o *Big Bang* da vida. Ele marca não só o fato de os organismos serem multicelulares, mas também de eles começarem a processar informações vindas do entorno, algo bastante limitado para os seres unicelulares.

Diferentemente do *Big Bang* cósmico, para o qual não temos respostas do porquê ele aconteceu, na explosão cambriana há mais hipóteses que ajudam a entendê-la. Dois fatores podem ser vistos como condições Cachinhos Dourados em nossa “Grande História”: a razoável estabilidade climática vivida à época e a maior disponibilidade de oxigênio na atmosfera.

O processo de complexificação dos animais fez que com mais fluxos de energia fossem necessários à medida em que novas espécies foram se diversificando das antecessoras. O mecanismo animal de conversão de energia ocorre através do metabolismo. Dentre os animais, temos aqueles que não possuem processos de controle de temperatura corporal, os chamados de ectotérmicos, o que incluem invertebrados e vertebrados, como peixes, anfíbios e répteis. Por outro lado, temos outros que conseguem fazer esse controle, os chamados endotérmicos, que incluem os mamíferos e aves.

Tomando a taxa de densidade de energia (Φ_m) proposta por Chaisson (2014), no caso do reino animal, veremos que aqueles que não controlam a temperatura corporal apresentam Φ_m menor do que os que controlam, conforme mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 4: A complexidade dos vertebrados tomando por base Φ_m .



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p. 46).

Todavia, esse gráfico traz um dado a ser destacado. Tendemos a achar que os organismos considerados mais evoluídos (como é caso dos mamíferos em relação às aves)

possuem Φ_m maior. Devemos lembrar que essa grandeza expressa a taxa de energia que é empregada pelo sistema num determinado intervalo de tempo, por uma determinada quantidade de massa. Nesse caso, podemos ver que as aves possuem Φ_m maior do que os mamíferos e isso se relaciona com a complexidade que elas revelam pelo fato de disporem de mecanismos para o voo. A partir disso, Chaisson (2014) chama a atenção para o fato de que a evolução biológica não leva em conta somente a energia, mas que ela é apenas um dos fatores responsáveis pela evolução das espécies.

Julgo que até o momento o leitor possa ter percebido que a palavra de ordem da “Grande História” é “mudança”. Nada permanece estático, ainda que relativamente sereno por algum curto espaço de tempo. A história da Terra e, especificamente, da vida nela, é marcada por períodos de calmaria cravejados de episódios de turbulência, como impactos de asteroides e eventos geológicos, que aqueceram ou resfriaram por demais nosso planeta. E isso já ocorreu de maneira bastante severa por pelo menos cinco vezes na história, que resultaram em extinções de pelo menos metade dos organismos existentes em cada época.

À primeira vista pode parecer chocante o extermínio de metade das espécies vivas que habitam o planeta, mas também são oportunidades para que outras ganhem espaço. Emprestando a analogia de Christian (2019), é como se uma severa crise fizesse com que grandes fábricas fossem à falência, permitindo que as menores floresçam. Nessa comparação, podemos imaginar que algumas características são perdidas, como a fabricação em larga escala, ou a padronização de produtos. Outras, por sua vez, vêm à tona, como a manufatura ou o comércio local.

Quando levamos essa metáfora para a história da vida, também vemos que há muitas características das espécies extintas que são perdidas, mas certas tendências de longo prazo persistiram. Uma delas é relativa ao tamanho crescente dos organismos, ou seja, à medida que os níveis de oxigênio aumentavam, muitas linhagens ganharam corpos maiores. Para manter um grande organismo é necessária mais energia, que pode ser obtida a partir da respiração. Corpos maiores também trouxeram vantagens a esses seres, como menor possibilidade de serem predados e de sofrerem dessecação, algo que os pequenos estão mais sujeitos. Nesse período a Terra pôde propiciar a ocorrência de animais de grande porte, como é o caso dos dinossauros, ainda que nem todos fossem grandes.

À sombra dos grandes, existiam animais de pequeno porte com características importantes para a origem dos seres humanos: os mamíferos. Num mundo repleto de riscos, eles viviam em tocas, algo parecido com roedores. Eram marcados pelo fato de

cuidarem dos filhotes e possuem estruturas cerebrais, além de seu tamanho, que permitiam o processamento mais elaborado de informações. Aliás, a evolução dotou os mamíferos de uma sede por informações, uma vez que elas garantiam a eles estratégias de sobrevivência. Segundo Christian (2019), até hoje sentimos a recompensa da informação quando completamos um quebra-cabeças ou resolvemos um problema, por exemplo. O nosso cérebro responde com uma descarga de substâncias químicas que traz satisfações similares à comida ou ao sexo. Além de favorecer a proteção, quando dispomos de informação e raciocínio, podemos agir de forma mais racional com a energia que é tão cara à nossa sobrevivência. Assim, ao avistarmos um inimigo se aproximando, podemos ponderar: preciso realmente gastar energia para correr dele ou não há um risco eminente?

Num mundo ainda dominado pelos grandes, o tamanho ainda fazia força à inteligência dos pequenos. Mas como a marca da “Grande História” é a mudança, nada permanece estático por muito tempo. Há 65 milhões de anos, um grande asteroide se chocou com a Terra, ao ponto de formar grandes nuvens de poeira que bloquearam os raios solares por um longo tempo. Isso fez com que plantas morressem, justamente a base da alimentação de muitos animais, que morrendo, também prejudicaram os que deles se alimentavam. Obviamente, nesse cenário de catástrofes, os maiores, e que necessitam de mais energia, foram os primeiros a morrer. Os menores possuem mais chances, dentre eles, aqueles mamíferos roedores que vivem em tocas. Eles são nossos ancestrais e hoje sabemos que compartilhamos pelos menos 90% dos nossos genes com mamíferos que vão desde ratos a macacos. A janela de oportunidade que se abriu com a extinção dos dinossauros foi o que propiciou que os mamíferos avançassem em busca da diversificação.

Para sintetizar as ideias até aqui descritas, apresento resumidamente as condições Cachinhos Dourados que levaram à origem das primeiras formas de vida:

1 – O Sistema Solar está numa região da nossa galáxia, a Via Láctea, nem muito próximo ao centro, nem muito afastado dele. Nas regiões centrais há uma população maior de estrelas, muitas delas bastante ativas e isso pode aumentar a exposição a radiações nocivas à vida. Mais distante do centro galáctico as estrelas são mais velhas e não processam elementos químicos mais pesados; logo, com pouca possibilidade de desenvolvimento de vida nos eventuais planetas que as orbitarem (afinal, a vida como a conhecemos não pode ser feita só de Hidrogênio e Hélio!);

2- A Terra não está numa posição nem muito próxima do Sol, nem muito distante. Isso garante que o calor que ela recebe faz com que possamos encontrar água em estado líquido, que favorece a mistura e reação entre substâncias mais facilmente;

3 – Nosso planeta dispõe de uma diversidade química, fruto da matéria que deu origem a ele, mas também do enriquecimento posterior, que teve tanto origem interna (pelo movimento das placas, formando novos minerais), quanto origem externa (trazida pelos corpos que bombardearam a Terra);

4 – Não basta ter diversidade química se não tivermos estabilidade para que a vida se forme. E a Terra passou a ter isso. Olhando para o espaço, o Sol passou a operar na Sequência Principal (e está até hoje), emitindo quantidade constante de energia. A Lua estabilizou o eixo terrestre, fazendo com que as estações do ano fossem definidas e nenhuma mudança climática brusca se desse por essa razão. Olhando para o interior da Terra, mecanismos de emissão e soterramento de gás carbônico funcionam como termostatos naturais para controlar a temperatura do planeta.

Na “Grande História”, são essas as condições que permitiram chegar ao sexto nó de complexidade.

Quadro 7: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 5º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses
Quinto nó – A mais antiga vida na Terra	Há 3 anos e 9 meses
Os primeiros grandes organismos na Terra	Há 7 meses
Um asteroide provoca a extinção dos dinossauros	Há 24 dias

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.6 Sexto nó: Seres humanos

Acredito que o leitor deva ter percebido até o atual estágio da “Grande História” que os seres vivos exercem uma influência no meio, modificando-o, mas também sendo modificado pelas suas contingências. No caso dos seres humanos, talvez sejamos a

espécie que mais poder de transformação tem exercido, com a criação de maneiras cada vez mais sofisticadas de emprego da energia para sua sobrevivência orgânica e social (se é que uma se separa da outra).

Nós pertencemos à ordem dos mamíferos primatas e temos um rol de características (e genes!) que compartilhamos com outros seres que tiveram ancestrais em comum conosco, como os chimpanzés, gorilas e orangotangos. Podemos citar a existência de um cérebro grande quando comparado ao tamanho do corpo, dedos nas mãos e ou nos pés e dois olhos na frente do rosto. Com isso, dedos e olhos permitiam que nossos ancestrais pudessem saltar de árvore em árvore, agarrando-se aos galhos, e o cérebro avantajado favorecia a eles adquirir, armazenar e lidar com informações do ambiente ao seu redor.

O cérebro é um órgão que consome bastante energia do organismo. Segundo Christian (2019), ainda que ele represente 2% da massa corporal de um homem na atualidade, ele gasta 16% da sua energia. Tecido cerebral gasta vinte vezes mais energia do que tecido muscular e por isso não é comum encontramos cérebros desenvolvidos em muitas espécies, ou encontrarmos mais músculos do que cérebro em muitos seres.

É estranho pensar que a natureza possa ter chegado a um órgão que demanda tanto do seu dono, mas há razões evolutivas que devem ter levado a isso. Alguns dos motivos podem estar associados a ter que manejar mãos e pés hábeis, processar imagens e saber lidar com outros primatas, uma vez que são seres sociáveis. A quem devo obedecer? Quem é amistoso e quem não é? Quem me oferece risco? São todas informações de um contexto de vida em grupo que necessita de processamento. Quanto maior o grupo, mais energia é demandada do cérebro para gerir as informações.

Estudos genéticos indicam que compartilhamos quase 99% do nosso genoma com os chimpanzés. Segundo Reece *et al.* (2015), há apenas 19 genes que nos diferenciam, mas eles são responsáveis por ligar e desligar outros genes que respondem por muitas características que nos tornam diferentes. Mesmo com tal proximidade, é incorreto pensarmos que somos oriundos dos chimpanzés. Na verdade, já tivemos um ancestral comum no passado, mas os chimpanzés representam a ponta de um ramo que se separou daquele que nos deu origem há cerca de 6 ou 7 milhões de anos.

Esse outro ramo separado dos macacos e do qual somos originários é o dos hominíneos, e dele já houve pelo menos 20 ramificações (espécies). Muitas delas coexistiram, mas todas estão extintas atualmente, exceto nós. Somos os únicos

representantes sobreviventes e não temos dados certos que mostrem por quais causas os outros foram extintos ou até mesmo se tivemos algum papel nisso.

O fóssil do mais antigo de hominíneos (*Sahelanthropus tchadensis*) data de 6,5 milhões de anos e os estudos mostram que ele já tinha uma postura mais ereta, ou seja, não andava mais sobre quatro patas. Ossos mostram, por exemplo, que a pelve (osso do quadril) ganhou um formato mais estreito, o que dificultava o parto das fêmeas. Assim, os bebês nasciam ainda muito dependentes, o que pode ter favorecido a parceria dos machos em sua criação. Segundo Aydon (2011), a natureza trabalhou para que o cérebro se desenvolvesse ao máximo quando do nascimento, mas dentro de um limite possível para o parto. Para o autor, os humanos são os mamíferos que nascem com o cérebro mais imaturo. Se nascêssemos com o mesmo grau de desenvolvimento que dos demais mamíferos, teríamos que permanecer no útero materno por pelo menos 20 meses.

Andar ereto é outra característica que nos favoreceu, uma vez que libertou as mãos para que se especializem em tarefas mais delicadas, como a fabricação de ferramentas, por exemplo. Segundo Reece *et al.* (2015), uma das hipóteses a respeito do motivo de termos sido forçados a caminhar em pé se deu quando as placas tectônicas da Índia e a Eurásiana se chocaram, criando os Himalaias. Isso fez com que o clima na região se modificasse, tornando-o mais seco e propiciando a expansão de grandes áreas de savanas. Como caminhar sobre quatro patas requer mais energia do que duas, a evolução favoreceu quem podia ir mais longe em busca de alimento e com um gasto energético menor. Além disso, segundo afirma Aydon (2011), caminhando ereto se enxerga mais longe e se evita predadores.

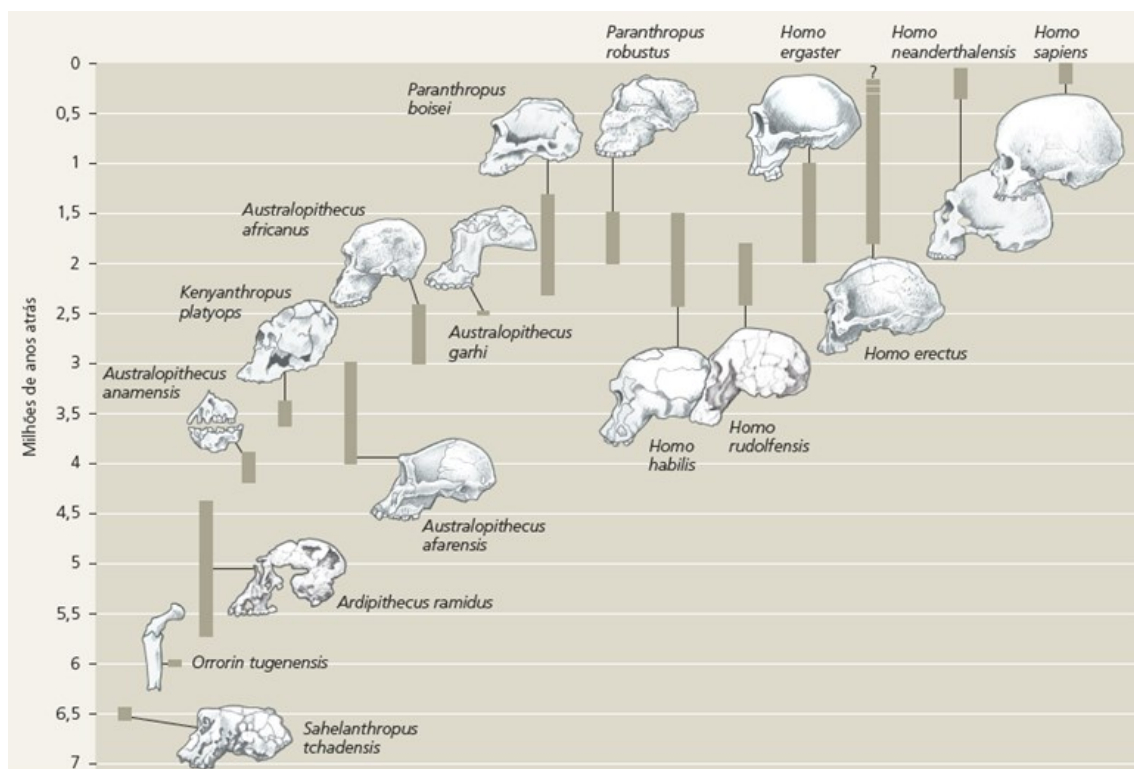
Dentre os hominíneos, os primeiros a serem classificados no gênero *Homo* devem ter surgido na África entre 2,5 e 1,5 milhão de anos, chamados de *Homo habilis*. O que os tornou diferente foi o fato de poderem produzir ferramentas, ainda que chimpanzés também saibam fazer e operar instrumentos simples. Mas eles tinham algo além dos chimpanzés: o cérebro maior. Isso trazia a eles vantagens, como fazer operações sociais, o que significava mais amigos, mais comida, mais saúde e, portanto, mais possibilidades de se reproduzirem e perpetuarem a espécie.

Um outro hominíneo que traz a marca do cérebro mais desenvolvido e a construção de ferramentas mais sofisticadas é o *Homo erectus*. Instrumentos melhores podiam significar mais caça, mais carne e mais combustível para um cérebro mais exigente energeticamente. Christian (2019) aponta que dados revelam que ele pode ter aprendido a manipular o fogo e isso trouxe a vantagem de explorar novos tipos de

alimentos, de reduzir o tempo de mastigação e de digestão. Isso levou à redução do tamanho de seu intestino e parte da energia usada na digestão ficou liberada para o cérebro em expansão. O incremento de modificações levou, ao longo do tempo, a populações cada vez mais parecidas conosco, com cérebros mais desenvolvidos e com convívio social em grupos sociais maiores. Foi somente há 200.000 anos que surgiu o *Homo sapiens*, que é a única espécie dentre os hominíneos a habitar o planeta atualmente. O fóssil mais antigo foi encontrado onde hoje é a Etiópia. Como os animais de grande porte, eles viviam em pequenos bandos e coletavam e caçavam o que tinham à disposição para obter energia.

A figura 20 representa uma linha do tempo com os diferentes hominíneos que por aqui passaram, com destaque para o fato de que, em grande parte do tempo, pelo menos duas delas foram contemporâneas, como o caso dos Sapiens e dos Neandertais. Inclusive, os primeiros podem ter tido participação na extinção destes últimos, algo ainda não descoberto.

Figura 20: Linha do tempo com diferentes hominíneos que habitaram a Terra.



Fonte: Reece *et al.* (2015, p. 743).

Diferentemente dos outros animais e até mesmo dos outros hominíneos, o *Homo sapiens* tem uma habilidade que deu a eles (e à humanidade) um salto qualitativo: a

capacidade não só de obter informações, mas de trabalhá-las em prol de conseguir meios mais eficientes de obtenção de energia. Assim, eles puderam aperfeiçoar utensílios de caça para conseguir abater animais maiores (mais energia), construir barcos melhores para chegar a lugares com mais oferta de peixes (mais energia), saber como extrair o veneno de plantas tóxicas, tornando-as comestíveis (mais energia), dentre outras possibilidades.

Além do manejo hábil da informação, o *Homo sapiens* consegue trocar estas informações por meio da linguagem. Ainda que outros animais possuam formas de se comunicar, a habilidade que os mais sofisticados deles possuem, como alguns macacos, por exemplo, nunca supera o de uma “criança sapiens” de dois ou três anos de idade. Sabemos que uma criança nessa faixa etária sabe muitas coisas, mas não é capaz de compartilhar informações sofisticadas, planejar ações abstratas que envolvam passado, presente e futuro ou até mesmo compreender ideias a respeito de deuses ou demônios.

O desenvolvimento da linguagem marca o cruzamento de um ponto que impacta drasticamente a história, porque permite ao *Homo sapiens*, digamos, superar a morte (driblar a entropia), na medida em que consegue passar informações importantes para novas gerações, que vão seguir completando-as. Segundo Christian (2019), não se sabe ao certo porque cruzamos esse patamar, mas fato é que isso permitiu aos humanos a obtenção de fluxos cada vez maiores de energia, o que significou um poder de ação cada vez maior sobre seu entorno.

A vida para os diferentes hominíneos, dentre eles, os *Homo sapiens*, nunca foi suave. A Terra nunca parou sua dinâmica interna nem tampouco a externa, ou seja, as relacionadas a fenômenos astronômicos. Essas dinâmicas influenciam sobremaneira as condições do planeta, principalmente, o clima, e isso impacta diretamente as formas de vida que habitam sua superfície. Exemplo disso são os diversos ciclos glaciais conhecidos por eras do gelo. Dados mostram que a Terra passa por períodos de baixa temperatura e crescimento de calotas polares em ciclos que se repetem a cada 41.000 e a cada 100.000 anos. Há indícios que relacionam estes ciclos a aspectos astronômicos, a saber: a elongação da órbita da Terra em ciclos de 100.000 anos (figura 21a); a mudança periódica na inclinação do eixo terrestre em ciclos de 41.000 anos (figura 21b); e o bamboleio periódico do eixo terrestre, ao estilo de um pião, em ciclos de 23.000 anos (figura 21c).

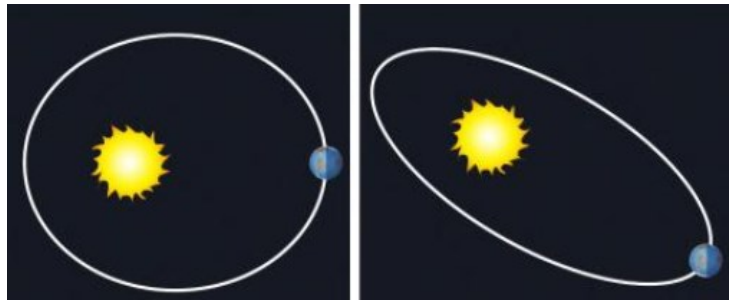


Figura 21 a: a órbita muda seu formato (figura exageradamente modificada)

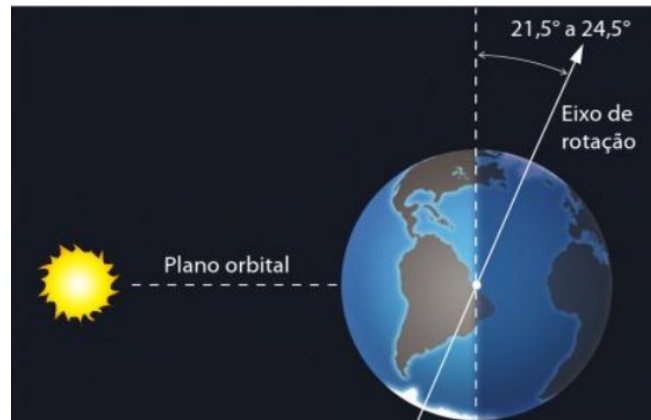


Figura 21 b: a inclinação do eixo muda entre $21,5^\circ$ e $24,5^\circ$

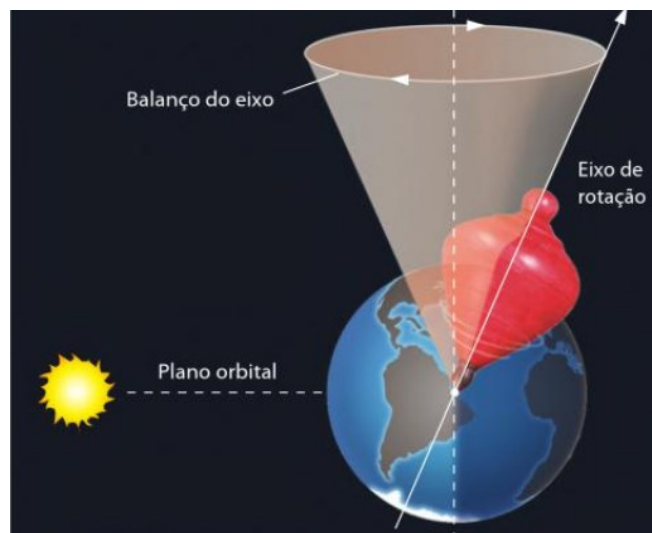


Figura 21 c: a orientação do eixo muda.

Figura 21: Movimentos cíclicos pelos quais a Terra passa.

Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 424).

Sabemos que o aquecimento da Terra pela luz solar (insolação) não se dá de forma homogênea, porque a superfície de nosso planeta é curva. Nos locais onde a luz incide

mais diretamente, como próximo ao equador, teremos mais aquecimento, mas nas regiões polares, isso é menos intenso. Todavia, se mexermos na inclinação do eixo imaginário da Terra, podemos, mesmo que brevemente, mudar a forma com os raios solares chegam à superfície e aquecê-la de forma diferente (ou resfriá-la!). É isso que ocorre nos períodos de 41 e 100 mil anos, ou seja, nestes períodos os verões tornam-se menos quentes e, anos após anos, o gelo que se acumula não consegue ser derretido, crescendo constantemente, formando geleiras que avançam pelos continentes. Também há que se considerar que, aumentando a superfície branca do planeta, mais calor é refletido e o processo se autoalimenta.

Esses verões mais frios ocorrem quando algumas condições astronômicas são satisfeitas, que coincidem com os períodos citados: o verão começa quando a Terra está mais afastada do Sol e isso passa a coincidir também com o momento em que a órbita está mais alongada. Assim, menos energia chega até nós. Além disso, soma-se com um período em que a inclinação do eixo da Terra é menor e isso faz com que a diferença entre verão e inverno seja ainda menos destacada. O ciclo de resfriamento é quebrado por algum evento como a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera, que reverte o cenário.

A última era do gelo começou há 120.000 anos e o máximo das baixas temperaturas ocorreu cerca de 20.000 anos atrás. Depois disso, elas passaram a subir e assim se encontram desde 11.500 anos, algo que tem sido marcado como o período interglacial mais longo dos últimos 400.000 anos. Possivelmente a ação humana tem prolongado isso, pois caso não fosse a presença humana no planeta, provavelmente teríamos iniciado um novo ciclo glacial pelas causas astronômicas apontadas (GROTZINGER e JORDAN, 2013).

Os períodos glaciais pelos quais a Terra passou forçaram comunidades a mudarem de lugar, em busca de climas mais amistosos ou de mais alimentos, quando eles se tornavam raros pelas mudanças no ambiente. Por exemplo, em breves períodos mais quentes, grupos migraram para regiões onde hoje é a Sibéria e o norte da Europa, ao passo que em momentos quando geleiras cresceram em tamanho e os oceanos diminuíram de volume, uma espécie de passagem foi criada entre a Ásia e a América, permitindo que chegassem ao nosso continente.

Desde 12.000 anos atrás, com o término da última era do gelo, podemos dizer que as temperaturas estão acomodadas, lembrando que esse período de tempo pode parecer muito para nós, mas é apenas uma janela de oportunidade na “Grande História”. Mas

mesmo num tempo curto, o conhecimento permitiu ao *Homo sapiens* obter mais energia do meio e ampliar sua capacidade de reprodução e crescimento populacional, ainda que vivessem em grupos de cerca de 150 indivíduos. Até hoje estudos mostram que a maioria dos seres humanos possuem redes de contato íntimo não maiores do que esse volume de pessoas, mesmo que nossos perfis nas redes sociais tenham milhares deles (com os quais não nos relacionamos).

Essas foram as condições que permitiram a essa população de indivíduos a seguir em complexidade e conectar novas tramas, dando origem a um novo nó.

Quadro 8: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 6º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses
Quinto nó – A mais antiga vida na Terra	Há 3 anos e 9 meses
Os primeiros grandes organismos na Terra	Há 7 meses
Um asteroide acaba com os dinossauros	Há 24 dias
A linhagem dos hominíneos se separa da linhagem dos chimpanzés	Há 2,5 dias
Sexto nó – Primeira evidência de nossa espécie, <i>Homo sapiens</i>	Há 100 minutos

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

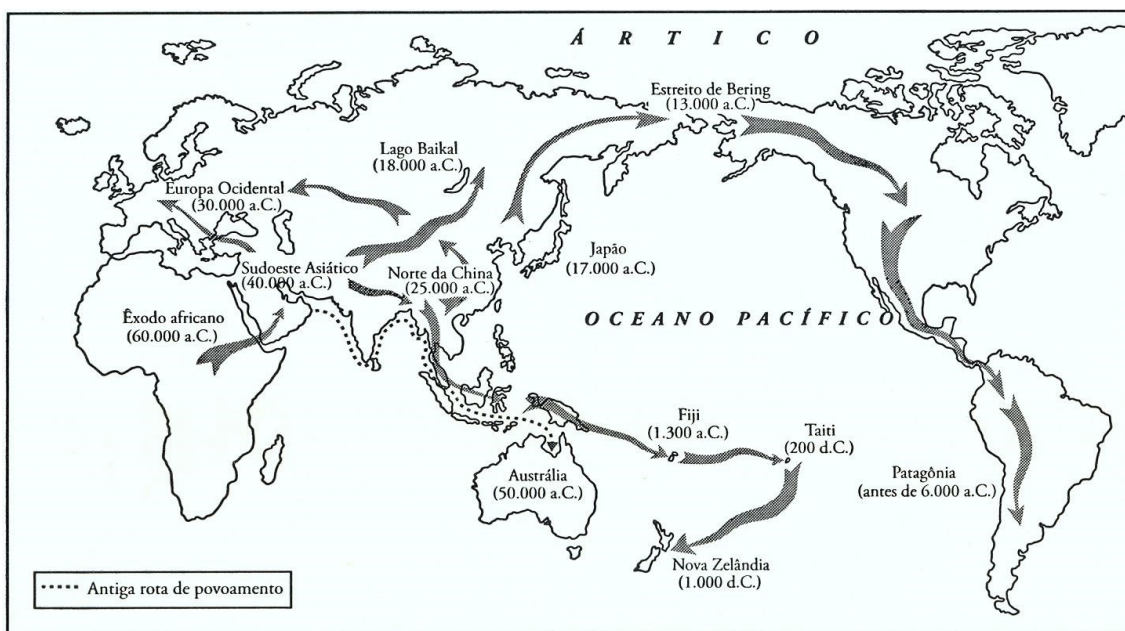
2.2.7 Sétimo nó: agricultura

Se você encontrasse um *Homo sapiens* nos primórdios dos 200 mil anos de sua existência sobre a Terra, ainda que sua constituição física fosse a mesma daquela que vemos hoje, provavelmente se depararia com hábitos pouco parecidos aos que temos na atualidade. Eles não tinham uma localidade fixa onde residiam e a obtenção de energia para sua sobrevivência vinha do que podiam caçar ou coletar. Por isso os intitulamos de caçadores-coletores. Alimentavam-se do que o ambiente natural poderia lhes oferecer, e quando a oferta de alimento num determinado local ia diminuindo, mudavam de localidade. Isso nos leva a entender que a exploração do ambiente natural seguia em

harmonia com aquilo que a natureza lhes propiciava, como frutas da estação ou animais para o abate, o que permitia a eles uma dieta diversificada. Se considerarmos que a população humana era pequena e a área onde obter o alimento era vasta, os impactos da ação do homem sobre o ambiente eram praticamente desprezíveis.

O *Homo sapiens* se espalhou pela maior parte do globo, favorecendo-se de passagens que surgiam entre os continentes devido a oscilações nos níveis dos oceanos, fruto dos períodos glaciais, de modo que puderam colonizar diferentes regiões, conforme revela a figura 22. Houve quatro grandes zonas mundiais onde eles eram encontrados: a Afro-Eurásia, a mais antiga e de onde evoluíram; a Australásia, com conexões tênues com a Eurásia; a América, que depois se isolou da Eurásia quando o estreito de Bering foi inundado ao final da última era glacial; e a zona das ilhas do Pacífico, onde hoje se encontra uma infinidade de ilhotas que se constitui como a atual Oceania. Em todas elas, mesmo que de forma isolada, o aprendizado coletivo favoreceu a geração de tecnologias, de culturas locais e de uma inovação que transformou a face do planeta: a agricultura.

Figura 22: Provável padrão de disseminação dos humanos pela Terra.



Fonte: Aydon (2011, p.28).

Há 10 mil anos, o homem encontrou na agricultura um potencial maior para obtenção de energia; em última instância, aprendeu como adquirir em maior quantidade e como “acumular” a energia que vem do Sol para uso posterior. E por acaso não é isso que fazemos quando compramos arroz, que foi produzido à custa da fotossíntese, por sua

vez movida pela energia solar, e o guardamos para o consumo posterior? Indiretamente, estamos “estocando” energia provinda de nossa estrela mãe e processada pelas plantas para suprir a nossa própria demanda pessoal, na constante busca por vencer a tendência à entropia, que a todo custo tenta nos sucumbir.

Mas quais foram as condições Cachinhos Dourados que permitiram o desenvolvimento da agricultura? Para Christian (2019), foram três: a capacidade que os humanos tiveram de aprender coletivamente e acumular esse conhecimento, o que permitiu a eles compreender sobre os ambientes; o aumento da população de humanos, o que pressionou pela busca crescente por alimento; e o aumento das temperaturas médias, favorecido pelo fim do último período glacial. Esse incremento favoreceu mais chuvas e aumento da vida animal e vegetal. Conforme cita Aydon (2011), se havia mais de tudo, a reação dos humanos foi ficar nesses locais de abundância e ali se estabelecerem.

Levados pela nossa compreensão atual do que é agricultura, podemos imaginar longas áreas cultivadas com o uso intensivo de técnicas. Inclusive, Aydon (2011) vê com ressalva o termo “Revolução Agrícola”, trazendo o termo “protolavoura” como uma outra forma de ver um longo período de transição em que os coletores fizeram experiências locais com plantio e irrigação, antes de se fixarem e viverem, de fato, da agricultura.

Nos seus primórdios, na verdade, os homens valiam-se de princípios bem simples, quando comparamos ao que conhecemos por agricultura. Com base no que já conheciam do ambiente, eles passaram a aumentar a produção de espécies de plantas que eram úteis, livrando-as das ervas daninhas e aguando-as. Assim nasceu o cultivo do arroz e do trigo, por exemplo. Valendo-se do mesmo princípio básico, os animais foram selecionados, ou seja, os que forneciam carne, leite, ossos, pele ou lã passaram a ser valorizados e cuidados. Até mesmo a própria força física deles era aproveitada, uma vez que podiam ajudar a arar a terra ou carregar bens e pessoas. Na mesma busca por aumentar a produção de energia, o homem passou a entender que podia contar com recursos adicionais à agricultura, como a água dos rios que podia ser desviada, favorecendo o melhor cultivo das plantas.

Indícios da agricultura já eram encontrados nas diferentes zonas mundiais anteriormente citadas; acredita-se, desenvolvida de forma independente umas das outras, fruto das próprias Condições Cachinhos Dourados que não eram exclusividade de nenhuma delas em particular. Especialmente na zona Afro-Eurásiana, há 14 mil anos, grupos começaram a se estabelecer em localidades próximas aos grandes rios (como o Nilo, por exemplo), aproveitando-se da água disponível e dos vales férteis. Há cerca de 5 mil já era possível encontrar pequenas aldeias agrícolas em uma localidade conhecida por

Crescente Fértil, onde hoje se encontra a Palestina, Israel, Jordânia, Kuwait, Líbano, bem como partes da Síria, do Iraque, do Egito, da Turquia e Irã. (figura 23)

Figura 23: Região do Crescente Fértil, onde se localizam diversos rios.



Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/historia/crescente-fertil> Acesso mai./2020.

Do Crescente Fértil, a agricultura também chegou a outras partes do globo. Segundo Aydon (2011), na China central teve início em 6.500 a.C.; na América Central (México) em 3.000 a.C.; e na América do Sul (Peru/Chile) em 2.500 a.C.

A agricultura trouxe evidentes vantagens aos humanos, mas também algumas desvantagens não claramente perceptíveis. Das vantagens, a mais evidente é a capacidade de suportar uma população maior. Aydon (2011) traz uma comparação interessante. Um bando de caçador e coletor com duas dúzias de indivíduos precisava de cerca de 8 mil hectares disponíveis para assegurar sua sobrevivência, ao passo que a mesma quantidade de fazendeiros se mantinha somente com 20 hectares. Além disso, com a agricultura era possível estocar alimentos para períodos de imprevisto, ao passo que os caçadores e coletores não tinham essa disponibilidade.

Apesar de a agricultura fornecer um aporte maior de energia a uma população em crescimento, não se pode dizer que a vida humana tivesse ganhado em qualidade com o seu advento. Se antes o homem caçador-coletor tinha liberdade para escolher o local onde passar um tempo, como agricultor ele ficou preso à uma localidade; se antes ele tinha uma diversidade de alimentos da estação para consumir; como agricultor sua dieta foi empobrecida, baseada em cereais; se antes ele tinha tempo livre para o ócio, como

agricultor as tarefas árduas lhe tiravam a possibilidade do descanso; se antes ele não tinha risco de passar fome, pois havia uma diversidade de opções à disposição, como agricultor esse risco era maior, pois se a plantação definhasse devido a uma praga ou seca, ficariam sem alimento. Há indícios que mostram as condições degradantes destes agricultores, como deficiências vitamínicas identificadas em restos ósseos, estruturas de joelhos gastas por longos tempos na atividade de moer grãos, dentes desgastados pelo consumo dos mesmos grãos, dentre outros.

No que se refere à proximidade com os animais, apesar de eles fornecerem alimento, roupa e força física, o homem também passou a conviver com seus parasitas naturais e se contaminarem com doenças que até então não tinham imunidade. Quando viviam em localidades esparsas, isso não era tão grave, pois era difícil a disseminação, mas à medida em que começam a se aglutinar em vilas, vírus e bactérias encontram meios eficazes de se espalharem.

Mas por que, ainda assim, o homem seguiu para a agricultura, se ela parece ser tão pior? Para Christian (2019), não foi uma escolha; o homem foi empurrado para ela. Parafrazeando Harari (2014, p.87), “a Revolução Agrícola foi a maior fraude da história.” As condições que levaram a isso foi a relativa estabilidade climática (estamos numa janela entre períodos glaciais), associada a uma pressão por alimentos num cenário de aumento populacional.

Com o crescimento do número de agricultores e o declínio no de caçadores-coletores (ainda que tenham convivido por milênios), o ambiente foi sendo cada vez mais transformado. Isso, porque áreas começaram a ser abertas para o cultivo, logo, derrubavam florestas, arrancavam ervas daninhas, desviavam rios etc. Isso trouxe ao homem a visão de que a natureza é algo que deve ser “domado”, explorado e cultivado em prol do seu desenvolvimento. Para Aydon (2011), a invenção do arado, no Crescente Fértil, trouxe uma revolução na agricultura com o aumento na produtividade, uma tecnologia que foi copiada em outras partes da Europa.

O avanço da agricultura fez crescer vilarejos, aldeias, o que era relativamente novo no mundo, de modo que as pessoas precisaram aprender a conviver em grupo com mais de 150 indivíduos, número de pessoas que a evolução dotou nossos cérebros como plausível. Isso requereu o estabelecimento de regras que iam além daquelas estabelecidas pelo próprio parentesco, com a formação de normas de convívio, condutas éticas e critérios para a divisão da riqueza na comunidade. À medida que estas aldeias cresceram, novas relações eram estabelecidas entre aldeias vizinhas, muitas delas se aglutinando e

formando pequenas cidades. Isso trazia ainda mais mudanças às regras locais, o que demandava por criação de estruturas de hierarquia.

Na busca por encontrar meios de ampliar a extração da energia dos ambientes naturais, as populações humanas seguiram em crescimento. De acordo com Christian (2019), levou 100 mil anos para chegarmos a 5 milhões de *Homo sapiens*, há 5 mil anos atingimos 20 milhões, há 2 mil anos alcançamos 200 milhões e atualmente estamos na casa dos 7 bilhões.

Obviamente, segundo o mesmo autor, esse crescimento foi também cheio de altos e baixos, pois a história humana na Terra é marcada por catástrofes. As guerras mataram muitas pessoas, da mesma forma, o modo de vida em proximidade, nas cidades, facilitou que doenças se espalhassem facilmente, para as quais não dispúnhamos de remédios ou vacinas.

O conjunto de elementos que reunimos até o momento desembocaram na constituição de grandes civilizações, chamadas de civilizações agrárias, que ganharam em complexidade em relação ao cenário até então existente. Todavia, a entropia cobra um preço para manter estruturas mais complexas, mas houve condições para que esse preço fosse pago e a complexidade aumentasse. Seguimos a elas.

Quando o homem caçava e coletava para poder sobreviver, ele não se preocupava em acumular alimentos, pois caso diminuísse em uma região, ele podia ir procurar por outros tipos em diferentes localidades. Além disso, não fazia sentido carregar alimentos, quando o modo de vida era nômade. Por outro lado, quando comunidades se estabelecem e deixam de vagar, encontram condições de guardar o alimento que não foi consumido para o ser em ocasiões futuras, quando o cenário não for favorável ou não for propício ao plantio, por exemplo. Celeiros são bons estocadores de energia para épocas em que as condições podem não ser favoráveis. Mas se na colheita seguinte você ainda tiver um “estoque de energia” da anterior e que não foi consumido? Logo, haveria um excedente de energia, e se existisse energia de sobra, poderiam existir pessoas que não precisavam se desgastar na estafante atividade agrícola. A partir daí começa haver a diversificação de papéis sociais e o surgimento de atividades que não estavam diretamente associadas ao cultivo, como sacerdotes, comerciantes, ceramistas, soldados e até governantes. O excedente de “energia” podia ser passível de ser transferido entre as pessoas por meio do comércio, sendo que a moeda representa o potencial de obter (leia-se, comprar) a energia que outro não irá usar.

Ainda que a maior parte da população fosse de agricultores, a divisão de papéis trouxe a essas civilizações mais complexidade, mas também mais interdependência, uma vez que alguns sabiam desempenhar certas funções específicas e, portanto, dependia de outros que sabiam fazer outras atividades. Com a especialização e a origem dos papéis sociais também nasce a diferenciação e a desigualdade entre as pessoas. Pirâmides e grandes templos foram erguidos à custa de enormes quantidades de pessoas, muitas na condição de escravos, que eram mandados por outros poucos indivíduos.

Quando grandes estruturas de poder conseguem ter domínio sobre grandes áreas, nascem aí os Estados, que dispõem de várias cidades, população com mão de obra que não precisa se dedicar à agricultura e que pode exercer diferentes funções. Eles irão desempenhar um papel de destaque nas mudanças nas sociedades humanas. E quais foram os ingredientes que contribuíram para sua ascensão?

Os camponeses, apesar de viverem em pequenas aldeias ou cidades, não se constituíam numa espécie de unidade, o que os tornava frágeis, em certa medida. O Estado vem como uma forma de proporcionar a eles algum grau de proteção; então era vantagem para eles viverem dentro de um Estado organizado, ainda que isso custasse uma parcela da energia que produziam. Essa espécie de troca permitiu que poucos governantes controlassem um grande número de agricultores. Aliás, a estrutura dos Estados se assemelha a de uma cadeia alimentar, em que o nível inferior sustenta energeticamente o superior.

A fonte primordial de energia para todo o planeta é o Sol, e é ele que consegue sustentar as plantas, que produzem sua própria reserva alimentar por meio da fotossíntese. Como não conseguimos obter diretamente a energia do Sol para manter nosso organismo vivo, “consumimos” energia solar indiretamente por meio das reservas das plantas, ou se alimentando de animais que consumiram antes os vegetais. De qualquer forma, seja aproveitando diretamente a planta ou predando o animal que a consumiu antes, nunca obteremos a mesma parcela de energia do Sol, pois há sempre uma perda a cada nível (a entropia ganha com essa perda). Nessa linha de raciocínio, a energia emanada do Sol precisa ser suficiente para suprir todas as plantas, e sabemos que ela o é. Da mesma maneira, a quantidade de animais que se alimentam das plantas (inclusive nós) não pode ser superior à quantidade de plantas, senão não teríamos energia suficiente. Disso, implica que a cada nível que subimos na hierarquia de nossa cadeia alimentar, teremos menos indivíduos, de modo que a energia que vai passando (e se perdendo) seja suficiente para os degraus superiores. No caso dos Estados, a base da cadeia está nos agricultores, que

obtêm sua energia por meio do cultivo. Eles podem manter uma quantidade de indivíduos num nível acima deles com a energia não usada, mas não na mesma proporção que eles. São os profissionais que se dedicam a atividades comerciais, por exemplo, além dos governantes, que se valem do excedente dos agricultores.

Eventualmente, governantes, funcionários e nobres necessitavam de mais energia para ampliar as estruturas dos próprios Estados, como erguer palácios, estradas ou construir estruturas de proteção, a título de exemplo. Como não havia, à época, tecnologia para criar inovações e aumentar o excedente energético ou isso requeria um tempo muito longo para se concretizar, essa energia acabava sendo extraída diretamente dos níveis inferiores da “cadeia alimentar”. E como isso era feito? Segundo Christian (2019), três opções eram empregadas: persuadir os camponeses a ampliar as áreas de cultivo e os comerciantes a procurar novas mercadorias; pressionar à força os agricultores por uma maior produção, o que poderia gerar revoltas; ou roubar riquezas de Estados vizinhos por meio de batalhas.

Aydon (2011) destaca que no terceiro milênio antes de Cristo o homem descobriu como manipular cobre com estanho e obter o bronze, que revolucionou a manufatura não só de ferramentas, mas de armas. Com elas, podia-se estabelecer disputas entre cidades-Estados, e na medida em que uma perdia a batalha, era incorporada a outras, abrindo caminho para o crescimento dos Estados.

Mas os governantes também contam com mecanismos de persuasão de empregados como forma de administrar esse sistema energético, dentre eles, destacam-se as leis (criam condutas e obrigações) e a educação (ensina o que é necessário para a obediência). Um outro mecanismo de destaque é atuar diretamente nas crenças religiosas de seus súditos. Não à toa, líderes religiosos e governantes dos Estados trabalhavam juntos, pois entendiam que as crenças religiosas eram formas poderosas de controle que beneficiavam a ambos.

Governar estes Estados era como administrar com cuidado a saúde de um organismo vivo, como muitas vezes eles foram comparados. Uma célula tem membranas protetoras e permeáveis, e os Estados tinham fronteiras por onde passavam seus produtos; a célula tem mecanismos para lidar com a energia para sua sobrevivência; os Estados trabalham com os fluxos de energia por meio daquilo que os agricultores produzem para si e sobram para os demais. A guerra, que nesse momento da história começa a se desenvolver, serve para guardar informações num cenário de complexidade crescente; as células têm suas informações guardadas em seus genomas. Assim como manter as células

saudáveis para que um organismo pluricelular sobreviva, os governantes tinham estratégias para proteger os seus camponeses quando necessário e até mesmo sustentá-los com estoque extra de grãos se as colheitas fracassassem, tudo em prol do seu próprio Estado (e poder, claro).

Quando pensamos nesta estrutura, verificamos que, de fato, bens materiais, dinheiro, território e demais riquezas pelas quais os Estados batalhavam para conseguir, não são mais do que buscas pelo controle de fluxos de energia, que permitem mover, explorar e transformar coisas e ambientes. Parafraseando a ideia de Christian (2019, p. 262), “a riqueza é uma espécie de luz solar comprimida, assim como a matéria é energia congelada”. Logo, é possível pensar que uma nota de cem reais não tem um valor intrínseco, pois trata-se apenas de um retângulo de papel com algumas gravuras, mas convencionalmente aceitamos que ele é a possibilidade de ativar pacotes de energia, seja para nos levar a diferentes lugares, para nos aquecer, para nos alimentar, para transformar nosso entorno etc.

Assim como a agricultura, os Estados se desenvolveram em diferentes localidades do globo onde havia possibilidades de extração de energia por meio do cultivo, pessoas dispostas a fazer isso, e excedentes da produção para manter diferentes extratos da população. Com o tempo, eles foram se desenvolvendo, e a troca de informações e inovações que surgiam em seu seio favoreceram o surgimento de tecnologias, como ferramentas feitas de ferro forjado, o desenvolvimento de navios, de estradas, o que facilitou o transporte de produtos agrícolas.

Vale destacar que nesses primeiros Estados a distribuição das riquezas (leia-se, fluxos de energia) era desigual, uma vez que cerca de um décimo da população concentrava 90% da riqueza geral, ao passo que os 90% restantes ficavam com apenas 10% desse potencial. Para disseminar de forma mais ampla essa riqueza eram necessários novos canais de energia para além daquele que a agricultura ofertara. E onde encontrá-los?

O crescimento contínuo da população mundial chegou a aproximadamente 500 milhões de pessoas no ano 1.400. Obviamente, isso demandava mais energia, principalmente na zona Afro-Eurasiana, a mais antiga, e outros recursos naturais se faziam necessários, para além da agricultura. O homem ainda não dispunha deles, mas estava a caminho de encontrá-los.

Naquela época, apesar dos grandes impérios, o homem ainda estava dividido nas grandes zonas mundiais, e isso começou a mudar na medida em que a pressão por mais

energia, fruto do crescimento, fez romper esse isolamento. Como os europeus não tinham o acesso fácil aos mercados da Ásia, uma rota alternativa poderia ser pelo oceano Atlântico. Foi em 1492, que o genovês Cristóvão Colombo cruzou esse oceano, que para ele seria, inclusive, um caminho mais curto para chegar até lá; todavia acabou chegando onde hoje é a América Central. A exploração marítima deu aos europeus, em especial, uma vantagem competitiva por séculos, pois eles foram os pioneiros na busca de novos fluxos de riqueza e informação.

As grandes navegações foram o começo de um processo de estreitamento entre as diferentes zonas, com trocas de informações, pessoas, tecnologias e até mesmo doenças. Para se ter uma ideia, a varíola trazida pelos europeus pode ter matado até 80% da população dos impérios americanos. As mudanças que esses contatos acarretaram ao mundo se deram de forma exponencial. Se antes a aprendizagem oriunda dos caçadores-coletores levou milhares de anos para ser acumulada e originar a agricultura, com as navegações foram necessários apenas alguns séculos para que o mundo entrasse num novo limiar e parte da Terra fosse transformada. Comparada à *atmosfera*, que encerra todos os gases que estão em torno da Terra; à *biosfera*, que comporta todos os seres vivos do planeta, a conexão entre as grandes zonas mundiais dá origem à *noosfera*, que comporta em uma única esfera global todo o pensamento humano, formado por produtos culturais, pelo espírito, linguagens, teorias e conhecimentos.

As consequências do crescimento do intercâmbio entre estas zonas não se deram apenas no aspecto econômico, uma vez que produtos eram extraídos de algumas zonas a um baixo custo (às vezes, nulo) e eram vendidos para outros mercados a um preço maior, gerando lucro. As mudanças foram também em aspectos relacionados à ética, à filosofia, à política, à religião e à ciência.

As navegações trouxeram uma nova visão de mundo, com a descoberta de novas plantas, animais, até mesmo novas constelações que só são vistas no hemisfério sul da Terra. Isso fez com que o homem mudasse gradualmente sua percepção do entorno e começasse a deixar de acreditar em aspectos místicos, como ervas que curam, bruxaria, a leitura cega dos escritos bíblicos ou até mesmo que a Terra é plana. Essa expansão no horizonte terrestre também trouxe uma ampliação da mente humana e com ela novas formas de estudar a natureza (e por que não, de controlá-la?). Essa nova maneira de entender o mundo é conhecida como ciência moderna.

Nesse mesmo período outros elementos compõem o cenário, como a criação da imprensa por Gutemberg em meados do século XV. Logo, o conhecimento que ia sendo

produzido podia ser então registrado e consultado por outros, que é justamente o modo que o faz seguir avançando.

O nascimento da ciência trouxe como consequência o avanço no conhecimento, que pôde ser incorporado em tecnologias demandadas pela própria sociedade. Uma destas demandas é a busca constante por fontes de energia que possam suplantar a agricultura, que apresentava um limite num cenário de crescente populacional. Para aumentar o fluxo de energia da agricultura era preciso ampliar as terras cultiváveis, mas em 1800 a maior parte das terras europeias já estavam sendo exploradas. Essa pressão fez com que se buscasse um novo recurso e ele foi encontrado num combustível fóssil chamado carvão.

O carvão é formado por uma complexidade de elementos químicos mas, em sua essência, pelo carbono, que circula entre o solo, o ar e a água. No ar, ele se encontra nas moléculas de gás carbônico (CO_2), que é levado para os oceanos por meio das chuvas. Lá ele se encontra dissolvido e organismos aquáticos o usam para formar suas conchas e esqueletos. Quando estes seres morrem, seus esqueletos repletos de carbono vão para o fundo dos oceanos, junto a mais sedimentos, que são soterrados e compactados no decorrer de milhões de anos formando os combustíveis fósseis, como o carvão. O mesmo ocorre quando plantas morrem (plantas contêm carbono) e seus restos acabavam por ser soterrados em condições especiais por uma escala de tempo muito grande. Nesse ciclo, o carbono sai da atmosfera, passa pela biosfera e volta para a litosfera. Vulcões podem trazer uma parcela de volta à atmosfera, mas o ser humano começou a fazer isso quando retirou esses “pacotes de carbono”, chamados de carvão, e passou a queimá-los. De certa maneira, usar o calor da queima do carvão significa empregar a energia solar empacotada pelas plantas e organismos que ficaram acumulados no subsolo por milhões de anos, como uma espécie de celeiro energético.

Conforme explica Aydon (2011), a Inglaterra era um país úmido, e a extração de carvão do subsolo demandava sua escavação e consequente alagamento das minas, o que se fazia necessário bombear essa água. A ciência já estava madura o suficiente para dar as bases para a criação do motor a vapor, que passou a ajudar nesse processo e depois foi empregado em outras tantas frentes, como nas fábricas, navios e locomotivas.

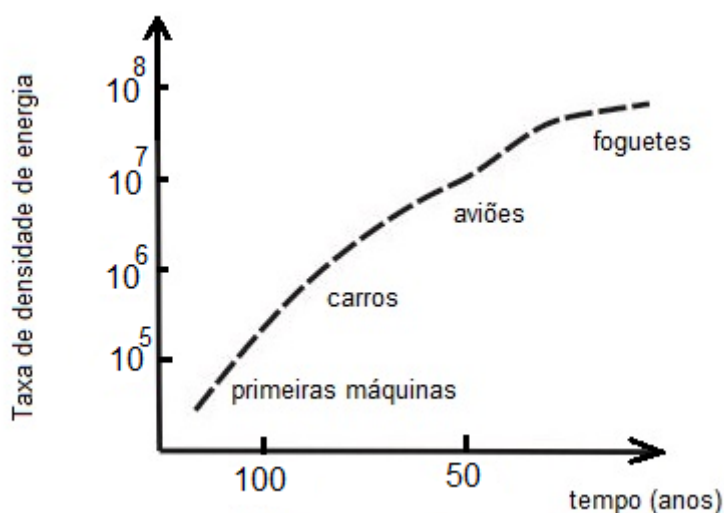
Assim, a queima do carvão oferecia energia mecânica usada em locomotivas e navios a vapor, o que aumentava o trânsito de mercadorias, mas também tocava os maquinários de fábricas, e isso ampliava a produção. A Inglaterra foi um dos primeiros países do mundo a sentir o aperto na demanda por energia, na medida em que sua população crescia, e como tinha disponível reservas de carvão em seu território, o seu

emprego foi a solução. Segundo dados apontados por Christian (2019), já em 1700, o carvão respondia por 50% da energia inglesa, ao passo em quem 1830, as máquinas movidas a vapor, gerado pelo calor da queima do carvão, eram a principal fonte de energia da indústria. Comparativamente ao período agrário, houve um grande salto energético, se considerarmos que uma locomotiva fornece 200 vezes mais energia do que dois cavalos presos a um arado.

O incremento energético teve um custo e esse foi pago pelo retorno excessivo do carbono, antes soterrado, à atmosfera terrestre na forma de gás carbônico e seus parentes. Já a partir do século XIX os níveis deste gás começaram a subir e, como se sabe, ele é um potencial elevador de temperatura da Terra, na medida em que contribui para o efeito estufa. O químico Arrhenius chegou até a acreditar que o aquecimento global fosse algo positivo, uma vez que poderia nos prevenir de um novo período glacial, uma vez que estamos num intervalo entre dois deles.

O processo desencadeado pela exploração do carvão gerou um ciclo de retroalimentação positiva, na medida em que incentivou a criação de mais tecnologias, como novos motores. Esse ciclo de invenção de máquinas cada vez mais complexas e que demandam mais energia nunca cessou, na verdade. Se analisarmos a complexidade das máquinas em função da taxa de densidade de energia de cada uma delas, segundo Chaisson (2014), teremos o resultado como expresso no gráfico a seguir:

Gráfico 5: Complexidade das máquinas ao longo do tempo. Destaque para o curto intervalo temporal, no caso deste gráfico.



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p.61).

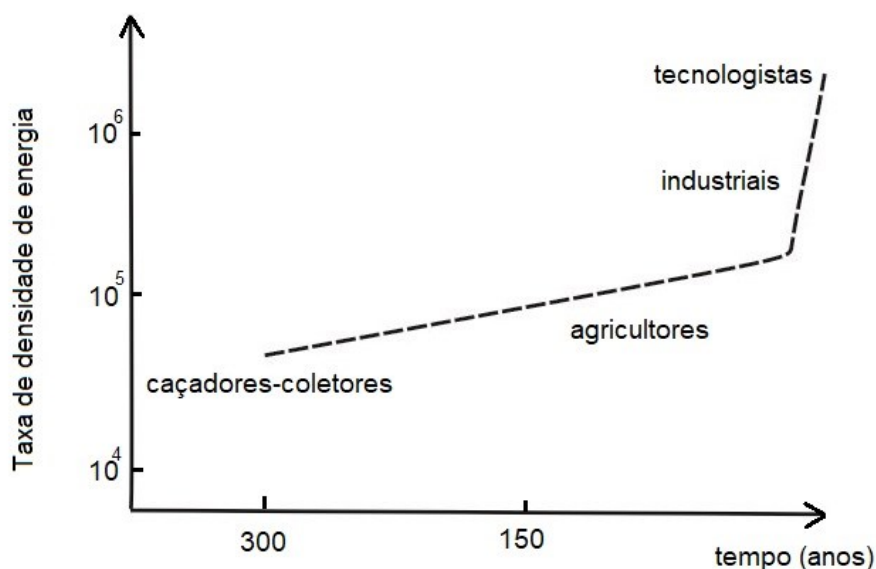
Ainda no período industrial, a exploração do carvão e de seu emprego nos transportes de mercadorias incentivou o comércio, gerando mais riquezas e necessitando de mais carvão para seu transporte. Um dos inventos mais significativos à época foi a eletricidade, e ainda que não necessitasse diretamente do carvão, foi possível construir geradores elétricos movidos a vapor, que passou a fornecer energia elétrica para alimentar lâmpadas. Isso trouxe uma nova realidade à vida doméstica, mas também às fábricas, que então puderam funcionar também à noite. Na mesma esteira de desenvolvimento, a eletricidade propiciou a criação dos telégrafos e, posteriormente, do telefone, o que estreitou ainda mais a comunicação entre diferentes partes do mundo.

O ciclo virtuoso do incremento de energia por meio do carvão trouxe uma mudança significativa no nosso planeta, não só do ponto de vista dos impactos no ambiente, mas nas relações entre os países, uma vez que aqueles que tiveram acesso mais fácil a esse novo fluxo energético (leia-se, europeus), puderam conquistar grande parte do mundo durante a era do imperialismo.

Essas foram as condições que propiciaram ao *Homo sapiens* desempenhar um papel na Terra nunca antes desempenhado por nenhuma espécie viva. A esse período de tempo curto, mas de extrema transformação, chamamos de Antropoceno, e ele se configura como um novo nó na trama histórica.

Em termos de demanda de energia que as diferentes sociedades humanas tiveram no transcorrer da história, veremos que seguimos sempre rumo a uma crescente. Chaisson (2014) faz uma análise da energia per capita nestas diferentes sociedades, e o resultado é mostrado no gráfico a seguir. Nele, o autor traz ainda a sociedade dos dias atuais, marcada pela presença do que ele intitula “tecnologistas”, que demanda ainda mais energia em função de todos os aparatos de nosso uso cotidiano.

Gráfico 6: Demanda de energia por diferentes sociedades humanas.



Fonte: Adaptado de Chaisson (2014, p. 58).

Por fim, o quadro abaixo sintetiza as etapas da Grande História pela qual passamos até o atual momento.

Quadro 9: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 7º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses
Quinto nó – A mais antiga vida na Terra	Há 3 anos e 9 meses
Os primeiros grandes organismos na Terra	Há 7 meses
Um asteroide acaba com os dinossauros	Há 24 dias
A linhagem dos homínídeos se separa da linhagem dos chimpanzés	Há 2,5 dias
<i>Homo erectus</i>	Há 17 horas
Sexto nó – Primeira evidência de nossa espécie, <i>Homo sapiens</i>	Há 100 minutos
Sétimo nó – Fim da última era do gelo, primeiros sinais de agricultura	Há 5 minutos
Primeiros sinais de cidades, Estados, civilizações agrárias	Há 2,5 minutos
Florescimento dos impérios	Há 1 minuto
Zonas do mundo começam a se conectar	Há 15 segundos

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.8 Oitavo nó: a Era dos humanos

As mudanças que o homem começou a imprimir no planeta na busca por incrementos de energia tiveram (e continuam tendo) um efeito similar a uma força geológica, motivo pelo qual sua existência por aqui tem sido caracterizada como uma nova era na história da Terra, a “era dos humanos”, ou também chamada de Antropoceno. Em toda a história do planeta, em seus 4 bilhões de anos, nenhuma espécie conseguiu produzir tantas mudanças, inclusive, exterminar outras tantas, como pode ter ocorrido com hominíneos que conviveram com os *Sapiens*.

Para Christian (2019), há três aspectos centrais que caracterizam o Antropoceno. O primeiro deles teve início em meados do século XIX, com o uso dos combustíveis fósseis. Isso trouxe rapidamente um incremento de energia e desenvolvimento a poucos países que puderam contar com esses combustíveis. Isso gerou um enorme distanciamento entre nações ricas e aquelas que não tiveram o mesmo incremento energético, algo que só começou a mudar no final do século XX.

As consequências deste abismo econômico entre as nações tiveram impacto em diferentes aspectos da vida humana. No campo comercial, por exemplo, a produção têxtil artesanal de países como a Índia foi arruinada, quando entrou em cena máquinas a vapor de tecelagens inglesas. Países das Américas, África e Ásia, à época foram colônias de exploração daquelas mesmas nações que saíram na frente na corrida energética. Muitos bens foram sugados em direção às sedes, inclusive fruto de trabalho escravo. No campo político, a Europa se entendia como a detentora da missão de civilizar e modernizar o resto do mundo, uma vez que a industrialização era sinônimo de progresso.

O segundo aspecto que caracteriza a “era dos humanos”, decorrente do primeiro, começou no final do século XIX e durou até meados do século XX. Tratou-se do embate que as nações movidas a combustível fóssil travaram umas com as outras, configurando-se em duas grandes guerras mundiais.

O terceiro aspecto do Antropoceno se refere ao período pós-guerra, mais especificamente, segunda metade do século XX e início do XXI. Neste curto período de tempo, o mundo experimentou um avanço notável em diferentes esferas (econômica, social, política, tecnológica etc) algo que ficou conhecido como a Grande Aceleração. As tecnologias desenvolvidas anteriormente para a guerra passaram a ser usadas para fins pacíficos. Podemos citar, por exemplo, a energia nuclear estudada nos processos para construção das bombas atômicas, mas que também pôde ser empregada para geração de

energia elétrica, como no caso das usinas termonucleares, ou empregada no tratamento de doenças no caso da medicina nuclear. Fertilizantes artificiais foram inventados pelos alemães, forçados pela carência do produto natural no período de guerras. Isso deu um impulso muito grande à produtividade agrícola para um cenário de necessidade crescente de alimento. A extração de petróleo, outro combustível fóssil, levou ao desenvolvimento do motor à combustão, que foi empregado inicialmente para transportar tropas de soldados e mover os tanques, mas depois adaptados aos demais veículos. No intuito de decifrar códigos dos inimigos, pesquisas em matemática e computação levaram à invenção do transistor, um componente eletrônico que favoreceu o desenvolvimento da informática.

A população dos países mais ricos começou a desfrutar de um estilo de vida já bastante próximo ao que conhecemos na atualidade, dispendo de TV, carro, casas confortáveis e, mais recentemente, computadores, smartphones e internet.

O adicional de energia que os combustíveis fósseis trouxeram à comunidade da Terra supriu a demanda para a população em crescimento, algo que a agricultura sozinha não conseguiria fazer. Todavia, a população do planeta nunca deixou de crescer, e sempre fomos pressionados pelo desafio de sustentar cada vez mais pessoas, necessitando sempre de mais energia. O consumo total dobrou no século XIX e subiu mais de dez vezes no século XX. Além de termos um aumento no número de habitantes, cada indivíduo passou a consumir mais energia e recursos, principalmente em países desenvolvidos.

No cenário global mais recente, fruto do avanço tecnológico já disponível, o ser humano tem buscado otimizar processos já existentes, de modo que deles possa ser extraída mais energia. Assim, motores têm conseguido maior rendimento com menos combustível; fertilizantes e pesticidas forçam as lavouras a produzir mais em áreas menores; a engenharia genética modifica plantas conforme condições desejadas; sistemas de irrigação modernos têm favorecido a cultura até em áreas desérticas, dentre outros processos.

A bonança dos combustíveis fósseis foi tão maior do que a fornecida pela agricultura que fez com que parte dessa energia fosse empregada em prol do bem-estar humano. No Antropoceno, pela primeira vez na história humana sobre a Terra, houve possibilidade de que mais pessoas se beneficiassem desta bonança, aumentando seu nível de consumo e sua qualidade de vida, emergindo no que conhecemos como classe média. Isso foi mais evidente no período da Grande Aceleração.

No que se refere aos aspectos sociais, diferentemente do grande número de humanos que trabalhavam na agricultura, no Antropoceno eles se tornaram, em sua maioria, assalariados. De modo distinto daqueles primeiros que podiam viver sem um governo, esses últimos dependem diretamente de sistemas políticos que organizam a sociedade, criam leis, mercados, lojas e moedas. E isso também os torna mais dependentes, não só do Estado, mas mutuamente integrados.

Escolas e meios de comunicação ajudaram os governos a criarem em seus cidadãos um senso maior de união, estimulando o sentimento que os humanos dentro daquele limite do globo pertencem a uma nação, resgatando instintos inatos de que fazemos parte de uma imaginária família de milhões de pessoas. Esses impulsos nacionalistas, por vezes, têm gerado conflitos, pois há cidadãos que, imbuídos de tais sentimentos, podem não só oferecer seus serviços à pátria, mas a própria vida, como nos casos de guerras e atentados terroristas.

Ainda sobre as maneiras de ser e viver do humano no Antropoceno, destacamos o aumento notável na expectativa de vida, fruto de investimentos em medicina, saneamento básico e nutrição. Com acesso à informação e a medicamentos, as famílias puderam controlar o número de filhos, até mesmo porque eles deixaram de ser vistos apenas como mão de obra para a agricultura. Isso impactou as questões de gênero, e a mulher, que antes passava a vida parindo e cuidando dos filhos, começou a assumir papéis na sociedade que antes eram destinados somente aos homens.

Houve também diminuição da violência, e ainda que os jornais nos mostrem quase que cotidianamente notícias de crimes, não presenciamos mais pessoas sendo açoitadas em público; atiradas aos leões ou massivamente escravizadas, por exemplo. Há ainda violência doméstica, mas quando comparada ao número de pessoas existentes no mundo, é mais rara do que já foi.

No que se refere a outros impactos nos ambientes do planeta no Antropoceno, o humano parece estar pilotando um avião e segue apertando aleatoriamente qualquer botão do painel da aeronave, sem ter noção (ou talvez agora tenha!) das consequências que isso trará a todos que estão embarcados e ao próprio avião. Nós desequilibramos os ciclos químicos que fazem circular o nitrogênio, carbono, oxigênio e fósforo na biosfera (e seguimos desequilibrando!), nós alteramos a química dos oceanos e da atmosfera (e seguimos alterando!), nós reorganizamos as paisagens (e seguimos reorganizando!), nós mudamos a distribuição e o número de organismos vivos (e seguimos mudando!). As

mudanças são tão drásticas, que Kolbert (2015) lista os grandes impactos geológicos provocados pelos humanos:

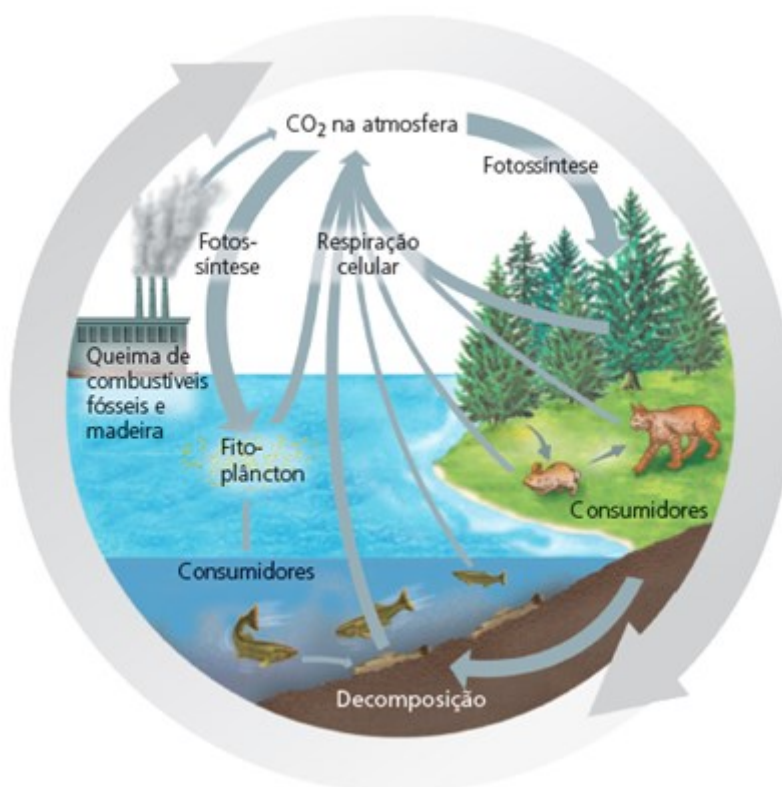
- A atividade humana transformou algo entre um terço e metade da superfície terrestre do planeta.
- A maior parte dos principais rios foi represada ou desviada.
- As fábricas de fertilizantes produzem mais nitrogênio do que é gerado naturalmente por todos os ecossistemas terrestres.
- A atividade pesqueira retira mais de um terço da produção primária das águas litorâneas dos oceanos.
- Os seres humanos utilizam mais da metade do escoamento de água doce de fácil acesso (KOLBERT, 2015, p. 117).

Fica difícil imaginar que isso não trará nenhuma consequência ao planeta, como no caso do fluxo dos elementos químicos existentes. Na Terra existem ciclos, chamados de geoquímicos, por meio dos quais os elementos químicos fluem pelo planeta, distribuindo-se entre a atmosfera, a hidrosfera (rios, mares e oceanos), a criosfera (regiões congeladas), a litosfera (camada que contém a crosta terrestre) e a biosfera (composta por todos os seres vivos). É como se cada uma destas esferas fosse um ambiente de uma festa e os elementos químicos os convidados. Eles entram nos ambientes, ficam um tempo e saem e isso varia em função da característica do convidado, como também quão interessante é o ambiente. Comparativamente, há elementos químicos que permanecem mais tempo na litosfera do que na hidrosfera, ao passo que outros ficam mais tempo na hidrosfera do que na atmosfera. Via de regra, a atmosfera é onde permanecem por menos tempo, pois os fluxos de entrada e saída são mais dinâmicos.

Exemplificarei um destes ciclos com o elemento químico carbono, que é a base da vida na Terra. Na atmosfera ele se encontra principalmente no gás carbônico, que interage com a água dos oceanos, seja diretamente pelo contato, seja pela chuva que o carrega. Na biosfera as plantas empregam o gás carbônico da atmosfera para obter energia por meio da fotossíntese, convertendo-o em compostos orgânicos que são consumidos por outros seres; assim, o carbono sai da atmosfera e é incorporado às plantas, que chega aos animais quando as comem. A respiração desses animais (dos seres vivos) devolve parte do gás carbônico à atmosfera, da mesma maneira que a sua decomposição, quando morrem, devolve o carbono à litosfera e à atmosfera. Reservas de carbono podem ser

compactadas no solo e formar parte de rochas, que quando são levantadas pelos movimentos das placas tectônicas, se expõem a chuvas, ventos e geleiras, e pelo desgaste devolvem o carbono para os rios e mares, por exemplo. Também reservas de carbono ficam presas à litosfera, quando seres vivos são enterrados. A depender das condições, eles podem originar os combustíveis fósseis, que quando queimados por nós, devolvem carbono à atmosfera. Sinteticamente, o ciclo do carbono pode ser esquematizado conforme a figura 24:

Figura 24: Diferentes possibilidades de circulação do carbono na Terra.

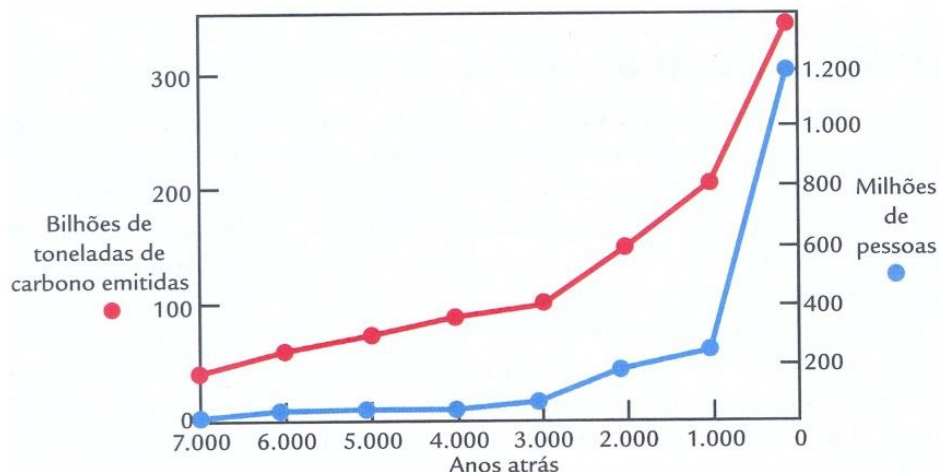


Fonte: Reece *et al.* (2015, p.1245).

Tomando o exemplo deste ciclo, podemos entender algumas das consequências oriundas da intervenção humana no Antropoceno, quando “botões” errados são apertados, desequilibrando as entradas e saídas do carbono nas diferentes esferas. As fontes do desequilíbrio já se iniciam com os primórdios da agricultura, quando o homem passou a derrubar florestas para o plantio. O desmatamento contribui na medida em que uma árvore morta não só deixa de resgatar gás carbônico da atmosfera, mas também sua decomposição ajuda a aumentar o incremento na liberação deste gás, quando não, sua

queima direta. Para se ter uma noção, o gráfico a seguir mostra o aumento da população global e o incremento na liberação de carbono de 7.000 anos atrás até 1.850.

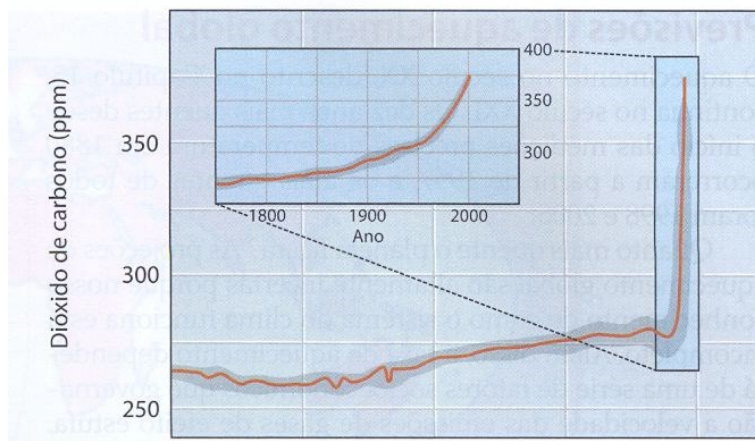
Gráfico 7: Variação da quantidade de carbono emitida e da população mundial no período de 7.000 anos atrás até 1.850.



Fonte: Ruddiman (2015, p. 201).

Percebemos notadamente que esse aumento ganha em velocidade a partir do início da Revolução Industrial, na medida em que os seres humanos vêm queimando combustíveis fósseis e mandando para a atmosfera cada vez mais carbono, conforme mostra a mudança abrupta na curva, quando analisamos o cenário dos últimos 10.000 anos, com destaque para o que ocorreu após o ano de 1.700, conforme indica o gráfico seguinte.

Gráfico 8: Concentração atmosférica de gás carbônico (partes por milhão – ppm) nos últimos 10.000 anos, com destaque para o período de 1.750 até o ano 2.000.

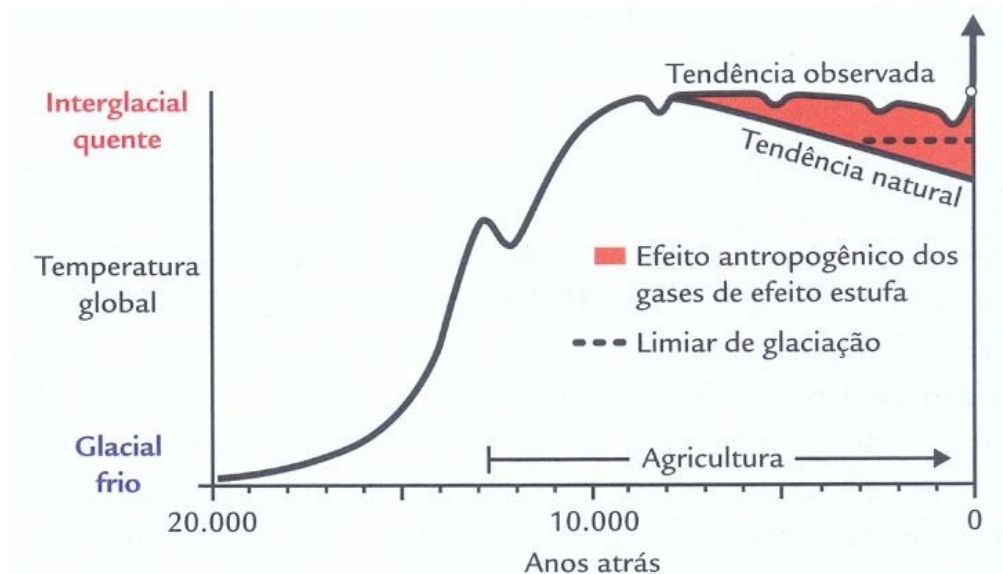


Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 673).

Setenta por cento da superfície da Terra é coberta por oceanos, e isso faz com que o CO₂ entre em contato facilmente com a hidrosfera. Essa troca sempre existiu, todavia, a entrada e saída se deram de forma equilibrada e ao longo de uma escala de tempo muito grande, como uma pessoa que consome doses moderadas de bebida alcóolica e o faz aos poucos, permitindo que seu corpo processe a bebida sem danos. Todavia, o incremento abrupto nos últimos 200 anos da Terra é como se estivéssemos nos embriagando rapidamente, e como sabemos, o organismo não consegue processar toda a ingestão excessiva de álcool.

A era dos homens sobre a Terra tem tamanho impacto no clima que Ruddiman (2015) traz dados que revelam que se os níveis de gases de efeito estufa tivessem seguido suas tendências naturais de decréscimo, hoje a Terra já teria esfriado ao ponto de iniciar o surgimento de novos mantos de gelo em regiões de maiores latitudes, ainda que em fase inicial de formação. Todavia, emissões de gases desde o início da agricultura, somadas as que vêm ocorrendo desde o período industrial (causas antropogênicas), interromperam esse processo e impediram o início de uma nova glaciação, que seria a tendência natural, conforme mostra o gráfico a seguir. É a primeira vez em 2,75 milhões de anos que ciclos glaciais são interrompidos, o que nos coloca na condição de termos que nos adaptar a um planeta cada vez mais quente.

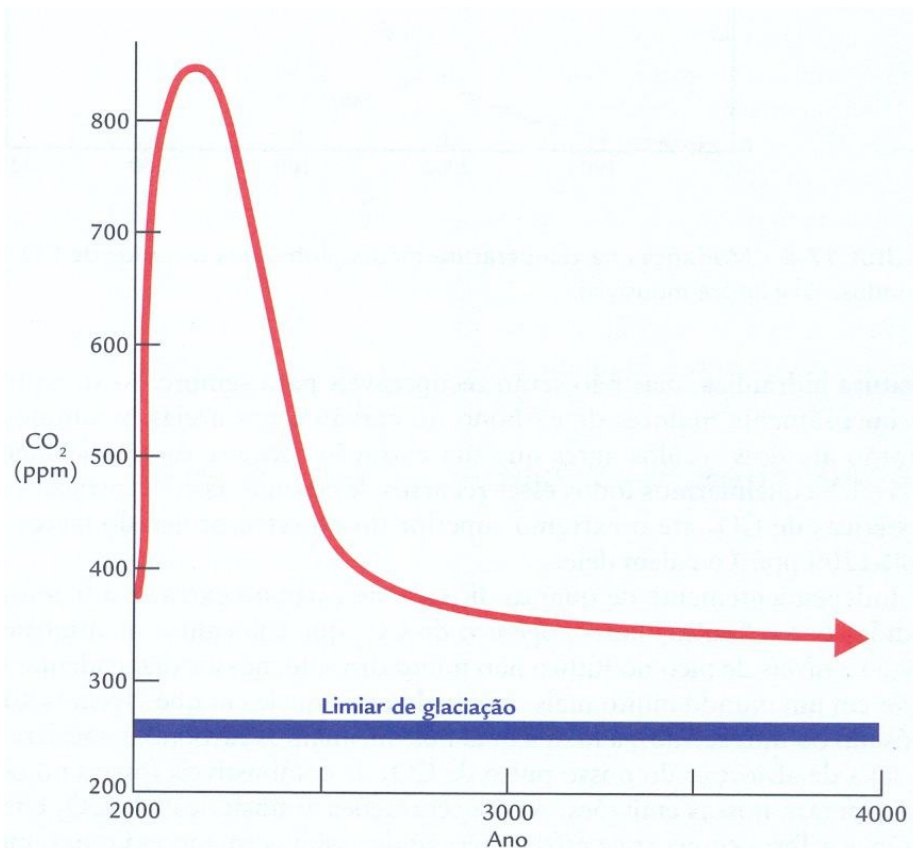
Gráfico 9: Hipótese do efeito sobre o clima da emissão de gases pelos humanos desde o início da agricultura até os dias atuais.



Fonte: Ruddiman (2015, p.252).

Se interrompêssemos o pulso de emissão de gás carbônico na atmosfera fruto da queima de combustíveis fósseis, os oceanos teriam condições de absorver pelo menos 90% desse excesso ao longo do tempo, ainda que 10% ainda permanecessem na atmosfera por dezenas de milhares de anos, o que já seria suficiente para impedir o início de uma nova glaciação (RUDDIMAN, 2015), como mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 10: Comportamento da concentração atmosférica de CO₂ ao longo dos próximos milhares após o pulso de emissão por fatores humanos.

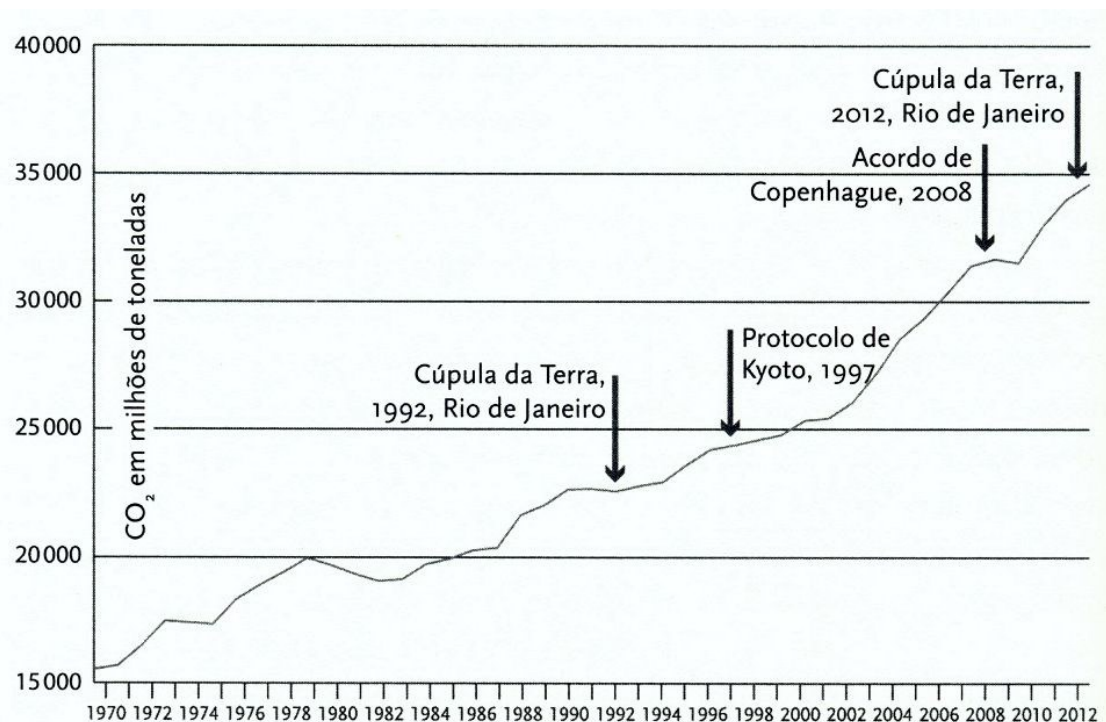


Fonte: Ruddiman (2015, p. 282).

Todavia, conforme cita Harari (2016), ainda que estejamos há um bom tempo falando sobre aquecimento global, na prática o ser humano não está disposto a sacrifícios econômicos, sociais e políticos para mudar o cenário. Entre 2000 e 2010 as emissões de gases de efeito estufa aumentaram 2,2% ao ano, ao passo que entre 1970 e 2000 estavam em 1,3%. Estamos colocando o pé no acelerador em vez de pensar em reduzir a velocidade. Reduções esporádicas só ocorreram em períodos de crise econômica e estagnação, quando forçosamente o homem foi impedido de produzir mais. O gráfico a

seguir mostra como se comportaram as emissões de CO₂ de 1970 a 2013, destacando os eventos globais ocorridos para debater sobre a questão.

Gráfico 11: Emissões globais de CO₂ de 1970 a 2013. Destaque para a queda em 2009, não fruto do Acordo de Copenhague, mas da crise econômica financeira global.



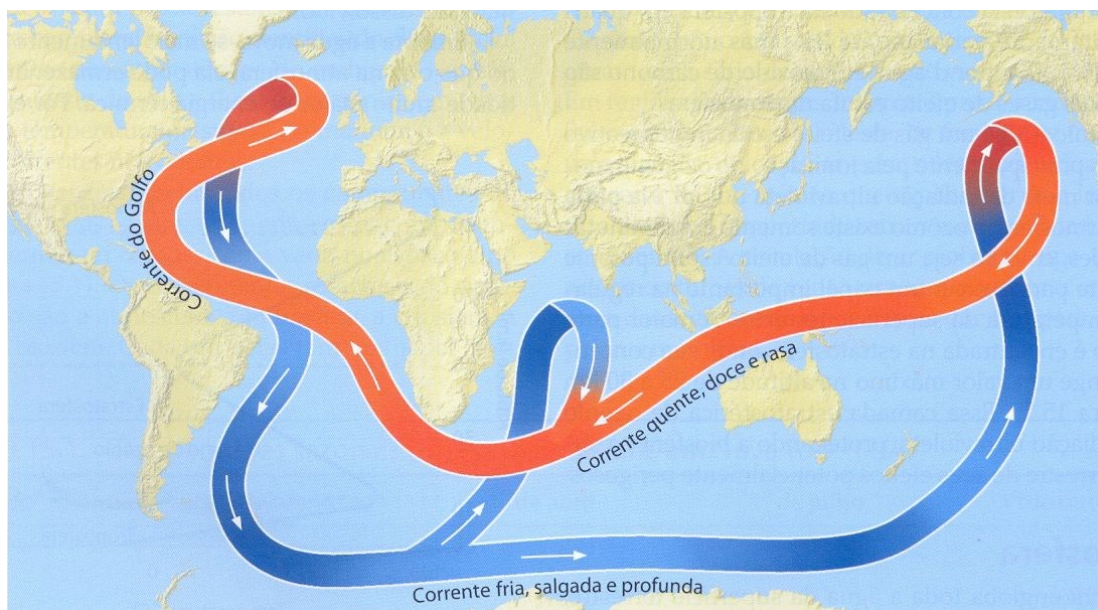
Fonte: Harari (2016, p. 222).

O efeito estufa na Terra tende a aumentar gradualmente a temperatura média do planeta e isso leva a mudanças nos regimes de chuvas, o que pode acarretar em competições por suprimento de água e migrações em ampla escala. Outro efeito é aquele que acontece nos oceanos: a água mais quente retém menos CO₂ do que a fria, e isso nos mostra que o aumento da temperatura trará como resultado menos retenção de gás carbônico pelos oceanos e mais liberação na atmosfera, que por sua vez, reforça ainda mais o efeito estufa. Vale destacar que o vapor de água também contribui com o efeito estufa, logo, o aumento na temperatura dos oceanos impacta a evaporação de suas águas, e mais vapor disperso na atmosfera contribui para o aumento de temperatura. São situações que se retroalimentam, numa espécie de efeito bola-de-neve.

Curiosamente, regiões do globo poderão sofrer com invernos quase árticos, como no norte da Europa. E por que isso ocorreria? Ainda que as águas dos oceanos se locomovem mais lentamente do que o ar na atmosfera, elas armazenam uma quantidade muito maior de calor. As correntes oceânicas ajudam, portanto, a distribuir o calor pelo

globo. Quando elas carregam mais calor, como a Corrente do Golfo, fluem mais superficialmente, pelo fato de a água quente ser menos densa do que a fria. Mas quando perdem esse calor, essas correntes circulam mais pelo fundo. Além disso, em regiões mais frias os rios jogam menos água doce no mar, o que torna aquelas águas oceânicas mais salgadas. Isso faz com que se tornem ainda mais densas. Assim, forma-se no globo uma espécie de “correia transportadora de calor”, conforme a figura 25.

Figura 25: Esquema que representa a circulação de calor das regiões equatoriais e quentes para as polares e frias.



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 414).

Se continuarmos com o aumento global da temperatura e o consequente derretimento do gelo da Groelândia (água doce), haverá uma imensa descarga de água doce nos oceanos, que afetaria a densidade da água e, por consequência, seu afundamento. Isso impactaria a “correia de transmissão de calor”, podendo, inclusive, reverter seu sentido, deixando de levar calor para a Europa que sofreria seriamente com invernos extremamente rigorosos.

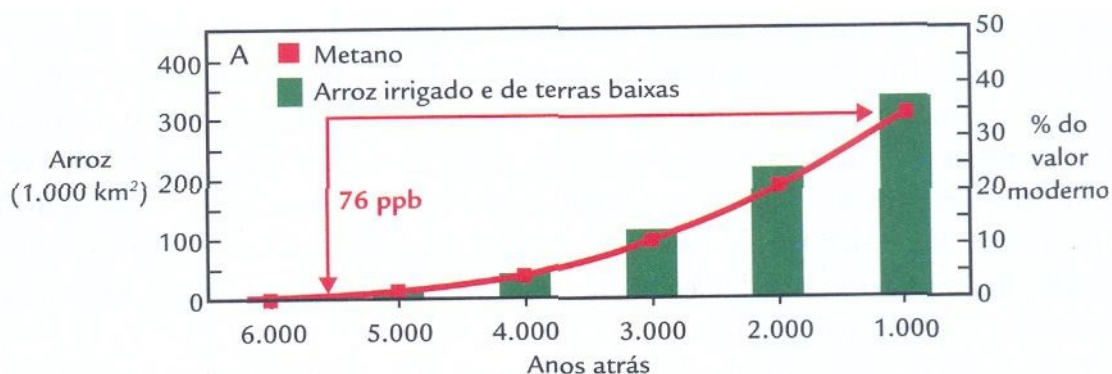
Do ponto de vista dos impactos nos continentes, temos o derretimento de parte do gelo de calotas polares, com aumento do nível dos oceanos, inundando cidades costeiras, aumentando intempéries e favorecendo doenças transmitidas por mosquitos para regiões que antes eram mais frias. O impacto sobre a biodiversidade também é grande, uma vez que há espécies vegetais que dependem de condições especiais de temperatura para

sobreviver. Sua diminuição ou eventual extinção impactam também os animais que dependem delas para a alimentação.

Além de sua dispersão pela atmosfera e o conseqüente aumento da temperatura global pela estufa que cria, o gás carbônico também traz sérias conseqüências aos oceanos. Quando dissolvido na água, ele forma um ácido, que afeta as formas de vida marinha, inclusive com a possibilidade de mudanças na quantidade de algas, que são a grande fonte de oxigênio para a atmosfera (em que pese, acharmos que são as florestas). A acidificação dos oceanos também afeta organismos que formam estruturas rígidas, como conchas, não só porque dificulta sua formação, mas porque podem ter estas estruturas corroídas. Muitos destes organismos formam a base de cadeias alimentares que, se diminuïrem ou forem extintas, afetarão o equilíbrio das demais formas de vida dos oceanos.

Todavia, o gás carbônico não é a única fonte de carbono que flui através das diferentes esferas. O metano (CH_4), originalmente conhecido como gás dos pântanos, tem uma de suas fontes a decomposição da matéria orgânica. A agricultura, desde os primórdios, passou a produzir cada vez mais metano, fruto dos arrozais irrigados e sua conseqüente decomposição por bactérias nesses ambientes alagados. O gráfico a seguir mostra a relação entre o cultivo dos arrozais e o aumento na concentração de metano nos últimos 6.000 anos.

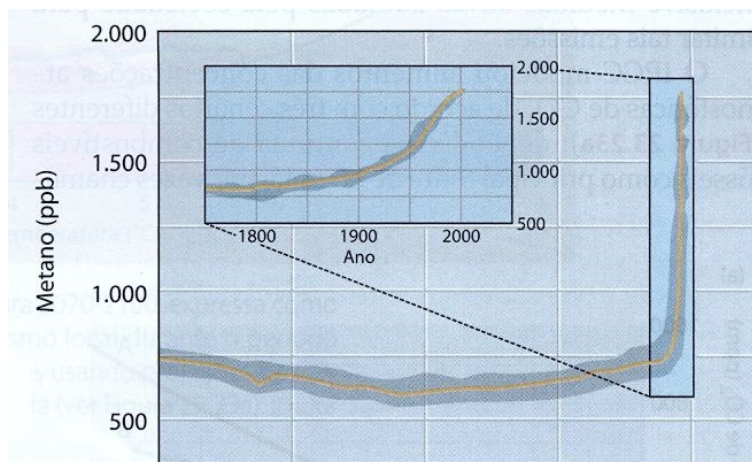
Gráfico 12: Contribuição do aumento na produção de metano (partes por milhão – ppm) em função da cultura de arroz de 5.000 a 1.000 anos atrás.



Fonte: Ruddiman (2015, p. 201).

O gráfico 13 mostra o crescimento na concentração deste mesmo gás nos últimos 10.000 anos, com destaque para o período após o ano de 1.750.

Gráfico 13: Concentração atmosférica de metano (partes por milhão – ppm) nos últimos 10.000 anos, com destaque para o período de 1750 até o ano 2.000.



Fonte: Grotzinger e Jordan (2013, p. 673).

Além do aumento de metano pela agricultura, houve um incremento substancial com o início da agropecuária, uma vez que as bactérias dos intestinos desses animais também são fontes de produção deste gás, num processo chamado de fermentação entérica. A pecuária também influenciou diretamente a vida do planeta, pois passamos a selecionar os animais que trazem algum benefício para nós e aumentar sua reprodução, ao passo que outros, tidos como sem importância, foram quase dizimados.

Atualmente, segundo Harari (2016), 90% de todos os animais de grande porte do mundo ou são humanos ou são animais domesticados. No Brasil segundo dados do IBGE de 2017⁸, contávamos com 172.719.164 cabeças de gados e com 1.362.254.000 de galináceos, ao passo que a população de humanos no país era cerca de 207 milhões.

As influências do Antropoceno também ocorrem nas espécies vegetais. Com o desenvolvimento de meios mais rápidos de transporte, o ser humano se desloca facilmente pelo planeta, assim como propicia um rápido fluxo de bens por entre os continentes. Se por um lado isso facilita a vida humana em muitos aspectos, por outro, isso também traz consequências. Plantas não nativas de uma determinada região são trazidas e podem se tornar pragas invasoras, da mesma forma espécies animais são intercambiadas entre

⁸ Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html Acesso em junho/2020.

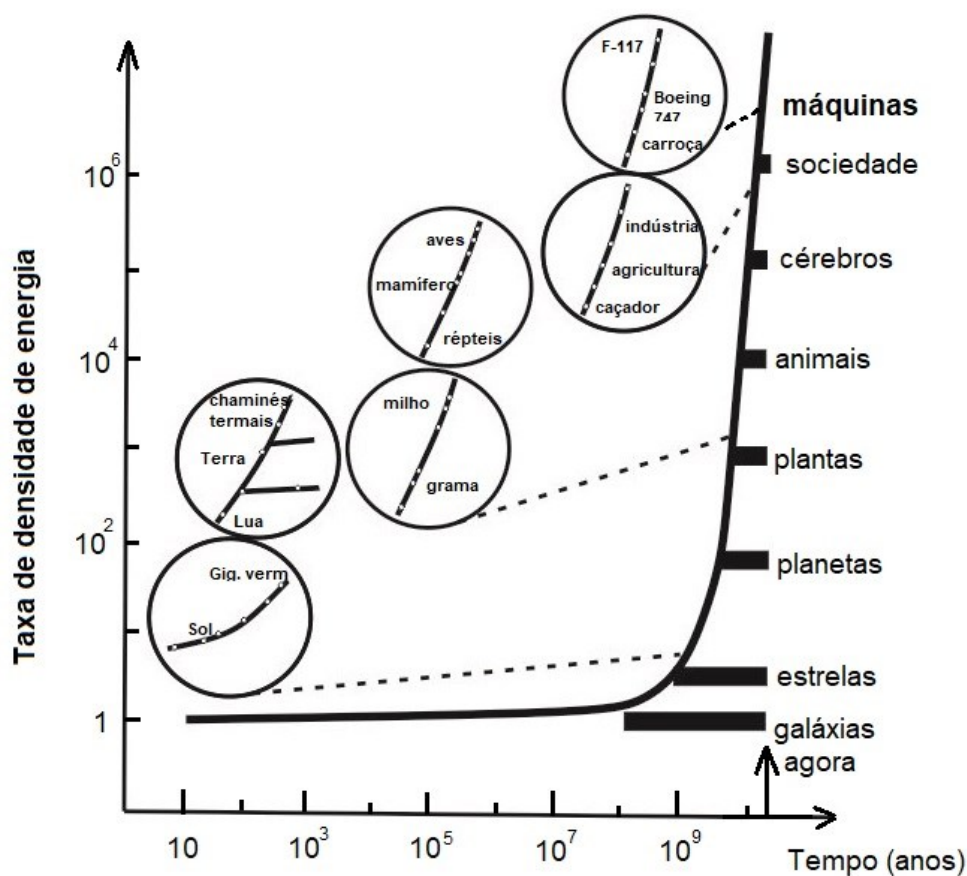
regiões, muitas vezes levadas por navios. Isso miscigena e muda ecossistemas. Segundo Kolbert (2015), antes do homem chegar ao arquipélago do Havaí, uma nova espécie conseguia se estabelecer nas ilhas a cada 10.000 anos. Atualmente, estima-se que o fluxo de bens e pessoas faça com que uma espécie invasora desembarque por lá a cada mês. Segundo a autora, biólogos têm chamado esse evento de Nova Pangeia, remetendo ao supercontinente global, onde tudo estava conectado.

Outro descompasso do Antropoceno se refere à mudança no número de organismos vivos sobre a face da Terra. Conforme cita Rees (2005), a biodiversidade está sendo erodida, pois espécies animais e vegetais estão desaparecendo cem ou até mil vezes mais rápido do que a taxa normal. É como se estivéssemos queimando os livros antes de lê-los.

Eventos de extinção em massa não são exclusividade dos humanos, uma vez que já houve na história do nosso planeta cinco deles. Via de regra, eles estão associados a desequilíbrios naturais provocados entre os sistemas da Terra, que ora diminuem a oferta de oxigênio nos oceanos e na atmosfera, ora aumentam a quantidade de gases que mudam a constituição atmosférica, como é o caso das grandes erupções vulcânicas. Há causas externas ao planeta, como impacto de um grande asteroide, por exemplo, mas no geral foram por rearranjos naturais, ora provocado por um sistema, ora por outro. Entretanto, é a primeira vez que as mudanças são provocadas por uma única espécie e podem levar à extinção de 70% das demais existentes na atualidade. Kolbert (2015) escreveu um livro cujo título representa bem o que pode vir por aí: “A sexta extinção – uma história não natural”.

Apesar do cenário parecer catastrófico, Christian (2019) faz um balanço de que existe um Antropoceno Mau, mas também um Bom. Na parte boa podemos enxergar a melhoria da vida dos humanos se a olharmos em escala global, com mais acesso a recursos; no lado mau, vemos que isso ainda não é para todos, e que a exploração indiscriminada da Terra trará consequências danosas para todo o conjunto. O desafio posto está em minimizar o Antropoceno Mau e seus impactos e otimizar o Bom, se quisermos seguir com a “Grande História”, cruzando novos patamares de complexidade.

O gráfico a seguir mostra os níveis de complexidade e consequente aumento na taxa de densidade de energia pelos quais passamos nos desenvolver a partir da evolução cósmica ao longo dos quase 14 bilhões de anos, segundo Chaisson (2014).

Gráfico 14: Taxa de densidade de energia (Φ_m) ao longo da história do Universo até os dias de hoje.

Fonte: Chaisson (2005, p.27).

Na mesma lógica de sintetizar a história, o quadro a seguir mostra como se deram os principais eventos ao longo do tempo numa escala temporal 1 bilhão de vezes menor.

Quadro 10: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 8º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses
Quinto nó – A mais antiga vida na Terra	Há 3 anos e 9 meses
Os primeiros grandes organismos na Terra	Há 7 meses
Um asteroide acaba com os dinossauros	Há 24 dias
A linhagem dos hominínios se separa da linhagem dos chimpanzés	Há 2,5 dias
<i>Homo erectus</i>	Há 17 horas

Sexto nó – Primeira evidência de nossa espécie, <i>Homo sapiens</i>	Há 100 minutos
Sétimo nó – Fim da última era do gelo, início do Holoceno, primeiros sinais de agricultura	Há 5 minutos
Primeiros sinais de cidades, Estados, civilizações agrárias	Há 2,5 minutos
Florescimento do império Romano	Há 1 minuto
Zonas do mundo começam a se conectar	Há 15 segundos
Oitavo nó – Início da revolução dos combustíveis fósseis	Há 6 segundos
A Grande Aceleração	Há 1,5 segundo

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

2.2.9 O futuro

Pensar no futuro é sempre um exercício de apostas, algumas mais certas, outras totalmente probabilísticas. Dividiremos esta parte da “Grande História” em dois eixos centrais: o futuro mais próximo e o mais distante. Curiosamente, o mais próximo, que está na escala da existência do *Homo Sapiens* sobre a Terra é mais difícil de prever do que aquilo que deverá ocorrer numa escala mais ampla de tempo, como o destino do nosso planeta, do Sol, da Galáxia e, em última escala, do próprio universo. Há dados que embasam cenários distantes, mas o horizonte próximo trabalha com muitas variáveis, difíceis de saber exatamente no que resultarão. Vamos ao futuro mais próximo.

Pensar no destino humano no cenário que ainda está por vir é pensar em sua permanência na Terra. Isso depende das condições naturais que o planeta impõe, mas também daquelas que nós próprios criamos. Na maior parte da história da Terra, os grandes desastres tiveram origem natural, como impactos de asteroides, gigantescas erupções vulcânicas, períodos de frio intenso, pestilências, para exemplificar, mas o século XX foi marcado por ações humanas que afetam as vidas das pessoas. Segundo Rees (2005), no referido século mais gente morreu por conta de guerras, regimes totalitários, massacres e escassez de alimentos do que eventos naturais de outros ocorridos anteriormente. Isso revela que nossa permanência por aqui tem forte relação com aquilo que nós mesmos somos responsáveis. São os desafios a superar. Vamos a eles.

Ao pensarmos no futuro próximo, precisamos refletir sobre os limites suportáveis da biosfera. Conforme citado por Christian (2019), o Centro de Resiliência de Estocolmo, na Suécia, trabalhou na busca de “fronteiras planetárias” que não devemos cruzar, pois teríamos nosso futuro comprometido. Nove foram identificados, e o autor destaca dois deles: declínio de biodiversidade e mudança climática. Segundo o Centro, já cruzamos o

primeiro e estamos nos aproximando da fronteira do segundo. A luz vermelha está acesa. Estaremos atentos ao seu sinal?

Na esfera social, temos aprendido com um período recente que, a depender da decisão de algumas nações, o planeta todo pode ser colocado em risco. Ficamos muito perto disso no período da Guerra Fria, em que uma batalha nuclear entre nações causaria como consequência a extinção da espécie humana (além de tantas outras, claro). Atualmente, ainda que tenhamos ameaças de conflitos nucleares que por ora ressurgem, como no Irã ou Coreia do Norte, também lidamos com “usinas nucleares civis”, como Rees (2005) chama terroristas, que a qualquer tempo e lugar, explodem a si próprios e espalham a morte e o terror entre as pessoas.

Temos ainda desafios que são postos pelas próprias descobertas científicas, como é o caso das armas químicas e biológicas. Se todas as epidemias pré-2000 foram causadas por patógenos naturais, hoje vivemos a ameaça de organismos modificados com objetivos previamente estabelecidos. Isso ocorrera antes, em 1979, com a difusão russa do Antraz, uma bactéria que produz esporos e que podiam ser colocados em pó e espalhados, como uma arma biológica. Há obras que retratam esforços para modificar em laboratório organismos e torná-los mais virulentos e resistentes a vacinas. Por vezes, não há uma intencionalidade no ato, mas erros em laboratórios podem ocorrer e agentes patológicos podem se espalhar, causando epidemias ou pandemias.

Recentemente vivemos os efeitos de uma pandemia causada pelo novo Coronavírus, que desencadeia severos problemas respiratórios em um percentual das pessoas contaminadas. Pela ausência de um medicamento ou vacina (até o final do ano de 2020), as medidas protetivas foram principalmente o isolamento social em praticamente todos os países do globo, o que acarretou impactos econômicos e sociais equivalentes ao de uma guerra mundial.

Outro desafio a ser equacionado é a interferência de tecnologias de informação e comunicação no modo de vida humano. Vivemos uma espécie de vigilância universal, e nossos dados se tornaram uma espécie de riqueza da atualidade a ser explorada, como antes fizeram as metrópoles com suas colônias em busca de bens materiais.

Para Harari (2016), já vemos a presença de computadores que monitoram a saúde humana, os quais podem ser incorporados aos nossos corpos, como relógios de pulso, braçadeiras ou até roupas íntimas, que medem nossa pressão sanguínea entre outros dados biométricos. Para ele, isso vem sendo criando como uma linha de produtos da *Google*,

chamados de *Google Fit*. Isso faz com que programas computacionais, no século XXI, possam saber mais de nós do que nós mesmos.

Os próprios serviços de busca do *Google*, tão usados na atualidade, já dão mostras de que nossas pesquisas são rastreadas, e nossos interesses mapeados. Para exemplificar, já em 2008, a mesma empresa lançou o *Google Flu Trends*, rastreando em que locais do mundo as pessoas estão fazendo pesquisas sobre gripe e mapeando regiões onde surtos possam estar surgindo.

Os desafios postos deverão buscar o equilíbrio entre a privacidade e a exposição, entre o garimpo de nossos dados e o controle ou direcionamento que pode vir a partir deles.

No que se refere ao planeta Terra, os desafios postos se referem à maneira como lidaremos com as condições que permitem a vida nele. Podemos não saber manejar corretamente os “botões” da nave mãe e perdemos o controle, o que significa perder os rumos de algo com 7 bilhões de humanos, o que não é fácil consertar. Se a biosfera fracassar, todos fracassarão, inclusive nós, que fazemos parte dela. Para Christian (2019), poderemos enfrentar cenários de caos social, guerras, fome e doenças sem controle. Passado isso, quem sobrar poderá, eventualmente, voltar a desfrutar de patamares de energia da era agrária, ou eventualmente, se danificarmos demais a biosfera, nem a agricultura pode funcionar em grandes partes do mundo.

Quando Aydon (2011) olha para a história dos humanos e discute se há uma espécie de padrão, a conclusão a que ele chega é que

Talvez a história da raça humana seja mais bem compreendida como uma jornada por um terreno particularmente acidentado, no escuro, em um veículo não muito bem cuidado, com uma sucessão de motoristas de competência variada, em estados variados de embriaguez. Alguns dos passageiros têm uma ideia clara do destino a que se dirigem, mas nem todos possuem uma visão realista de suas chances de chegar nele pela rota que escolherem. (AYDON, 2011, p.390)

O mesmo autor chega a questionar se não teríamos nós, humanos, chegado a um patamar máximo de complexidade que não conseguimos administrar, a partir do qual nos deparamos com uma barreira fruto de nossa própria condição humana. Uma bactéria lida com situações simples, como a locomoção, mas não pode operar um computador. Um humano, por sua vez, pode operar uma máquina, mas conseguiria lidar com o cenário de complexidade a que chegamos? Na mesma linha, ele questiona se não seria o caminho

natural das espécies que ganham com a aprendizagem coletiva chegarem a uma barreira de complexidade e, por fim, desmoronarem.

Temos consciência disso (espero que os governantes também) e estamos tentando apertar os botões corretos, ou ao menos criar normativas em conjunto para nos orientar quanto ao painel de controles. Isso tem sido feito por meio de reuniões conjuntas com diversos países, como é o caso do Acordo de Paris sobre Mudança Climática, de 2015. Temos repensado sobre formas de crescimento que permitam que afetemos menos o planeta, inclusive repensando o que significa “crescimento”. Talvez tenhamos que aceitar uma nova forma de crescimento, um ritmo mais lento, sem que com isso, pessoas sejam desfavorecidas. O crescimento econômico de fato ainda é necessário em países que carecem de condições de sobrevivência, mas nos mais ricos, seria mais importante que a riqueza pudesse ser equacionada do que se insistisse na busca por continuar adquirindo mais bens materiais. Num mundo finito, é impossível nos basearmos em parâmetros que busquem, a qualquer custo, crescimento em riquezas a cada ano. Para Rees (2005), se estimarmos o padrão de consumo que o humano terá em 2050, precisaremos de uma área equivalente a quase três planetas Terra para suportar tamanha demanda.

Aliás, é preciso questionar se crescimento econômico é sinônimo de uma vida com mais qualidade. Via de regra, os países adotam o Produto Interno Bruto (PIB) como uma medida do avanço da nação, algo que é perseguido ano após ano. Entretanto, o mesmo PIB pode sofrer aumento quando um país passa por uma catástrofe natural, por exemplo, e isso significa que o país melhorou? O economista britânico, John Maynard Keynes, citado por Christian (2019), traz uma bela reflexão sobre o valor do PIB quando pensamos na felicidade humana:

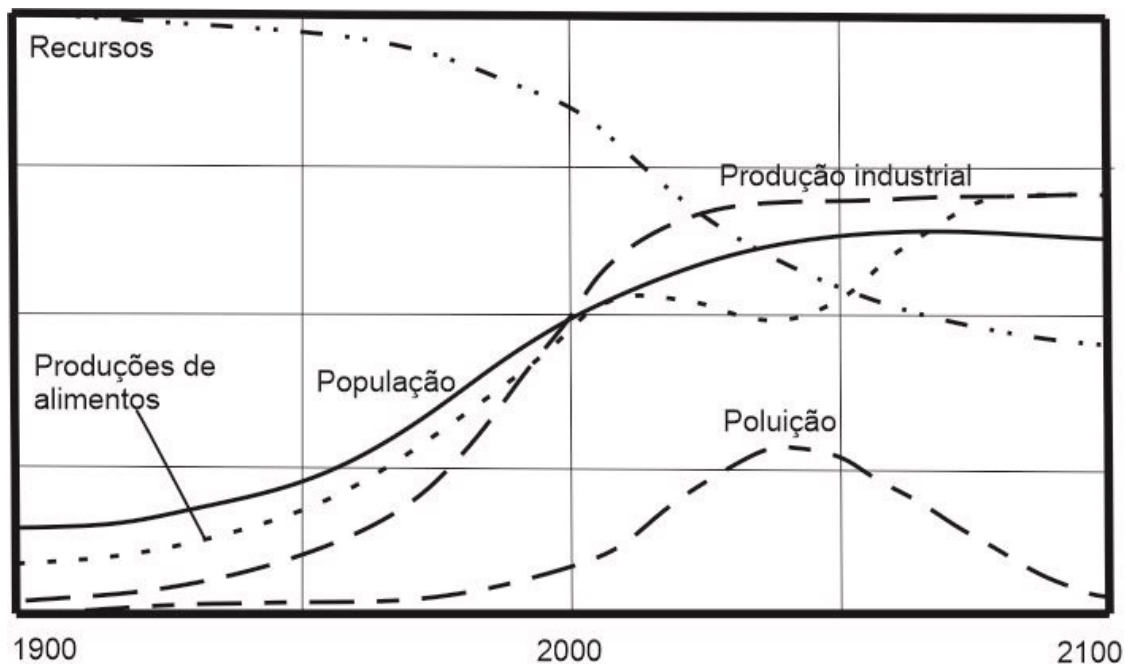
O produto interno bruto contabiliza a poluição do ar e a publicidade de cigarro, e as ambulâncias para limpar a carnificina de nossas estradas [...] Ele contabiliza a destruição das sequoias e a perda de nossas maravilhas naturais devido à expansão caótica. [...] No entanto, o PIB não leva em conta a saúde de nossos filhos, a qualidade da educação deles ou a alegria de suas brincadeiras. Ele não inclui a beleza de nossa poesia ou [...] a inteligência de nosso debate público, ou a integridade de nossos funcionários [...] Ele mede tudo, em suma, exceto aquilo que faz a vida valer a pena. (CHRISTIAN, 2019, p.343)

Segundo Christian (2019), no início do século XX, acreditava-se que o crescimento econômico faria com que chegássemos a um momento em que o ser humano

pudesse parar de trabalhar tanto e pensar a respeito de como vivem. Mas em vez disso, trabalhamos cada vez mais e temos altos níveis de depressão. Harari (2016) chama a atenção para os níveis crescentes de prosperidade e conforto atuais em contraposição ao aumento na taxa de suicídio no mundo.

Para Hathaway e Boff (2012), economistas e governos insistem no crescimento ilimitado como algo bom porque há uma confusão entre crescimento e desenvolvimento. Crescer significa aumentar o tamanho, algo incompatível com um planeta limitado, ao passo que desenvolver significa expandir ou realizar as possibilidades. Assim, eles defendem que precisamos crescer qualitativamente e não quantitativamente. Argumentam que se a população for estabilizada e o consumo por pessoa for reduzido, é possível encontrarmos um equilíbrio que proteja a Terra de sua degradação, assim como do colapso econômico. Isso poderia vir agregado a tecnologias que melhorem o que já temos, em vez de necessitar de mais recursos, o que vai na direção do Antropoceno Bom. O gráfico 15, a seguir, mostra o estado do planeta num cenário de equilíbrio entre população, consumo e tecnologia, mostrando que níveis toleráveis são possíveis de serem atingidos.

Gráfico 15: Estado do planeta num cenário de estabilização da população e do consumo por pessoa a partir de melhores tecnologias.



Fonte: Meadows et al. (2004, p. 245) citado por Hathaway e Boff (2012, p.66).

Apesar dos problemas elencados, vemos que o Antropoceno Bom trouxe uma série de conquistas positivas à vida planetária. Podemos elencar a diminuição no crescimento populacional e, portanto, a menor pressão por recursos energéticos; o desenvolvimento crescente da Ciência e o enriquecimento cultural; a redução extrema da pobreza em escala global, ainda que vivamos com a má distribuição de renda; a busca por novas formas de energia, como a solar, e o desincentivo ao uso de combustíveis fósseis; a reciclagem de materiais e o estímulo à mudança nos padrões de consumo, além da própria compreensão mais ampliada de como funciona a biosfera. Tudo isso pode resultar num mundo mais estável, mas não necessariamente estático.

Temos exemplos interessantes da ação humana na direção de mudar o fluxo da história, como o que aconteceu com o controle dos gases que destroem a camada de ozônio, a qual funciona como uma espécie natural de escudo protetor contra radiações nocivas oriundas do espaço. Esses gases, chamados de clorofluorcarbonetos (CFCs), foram usados em refrigeradores e em latas de aerossóis, mas acordos internacionais diminuíram sua emissão e o buraco tem sido regenerado naturalmente, uma vez que o ozônio é formado naturalmente a partir do oxigênio em altas camadas da atmosfera terrestre.

Um outro aspecto vibrante que se mostra num futuro, quem sabe, próximo, é a descoberta de alguma forma de vida fora da Terra. Até agora, o que entendemos sobre a vida, mesmo que em toda sua diversidade, é resultado de um único experimento: o que aconteceu na Terra. Não conhecemos nenhuma forma de vida que não seja aquela baseada nos princípios que rege todo e qualquer ser que habita esse planeta. O dia em que descobriremos algum ser vivente que não tenha origem na Terra, creio que sofreremos um golpe de misericórdia em nosso orgulho humano, pois poderemos concluir que a vida é algo que pode surgir em qualquer outro ponto do universo e nós somos só mais um destes lugares. Caso nunca encontremos (o que não quer dizer que não exista!), também teremos consequência decorrentes desse fato, como o sentimento de estarmos sós e isolados em um ponto do Cosmos.

Todos esses elementos revelam que temos as Condições Cachinhos Dourados para um novo nó na trama histórica, o de número nove. Assim como as estrelas, que depois dos momentos iniciais de aglutinação da matéria circundantes passa por períodos turbulentos até que possam começar as reações nucleares, e depois entram em longos períodos de estabilidade, os seres humanos podem atingir uma espécie de gestão consciente da biosfera, pautada em sua sustentabilidade e, por consequência, na continuidade do *Homo Sapiens* sobre a superfície do planeta.

Se formos capazes de cruzar este limiar, podemos encontrar relativa estabilidade pelos próximos milênios, e nele o cenário de novas possibilidades se mostra vasto. Eventualmente, o ser humano pode encontrar meios de colonizar outros planetas, como Marte, por exemplo, ou até mesmo outras luas do Sistema Solar.

Todavia, ainda que cruzemos este provável patamar, a palavra de ordem do Cosmos é transformação. Assim, se olharmos para o futuro distante, temos um cenário que revela grandes mudanças. Elencarei algumas delas.

A Terra já sofreu mudanças drásticas fruto do impacto de grandes asteroides, como foi o caso da extinção dos dinossauros há 65 milhões de anos. Se ampliarmos o nosso horizonte para um futuro na escala de milhões de anos, aumenta a probabilidade de que um novo impacto desse tipo possa acontecer, e suas consequências para a vida humana são inimagináveis (talvez a extinção seja o provável). Em 1994, que é imediatamente próximo a nós, quando comparado à “Grande História”, presenciamos o impacto de fragmentos de cometa contra a superfície de nosso vizinho Júpiter, revelando o estrago lá provocado, visível por semanas em sua superfície.

Temos vários corpos celestes candidatos a eventualmente cruzarem a órbita da Terra e provocar colisões. São os chamados NEOs, sigla para *Near-Earth Objects*, ou em português, objetos próximos à Terra. Segundo Rees (2005), eles podem variar desde asteroides com 100 Km de diâmetro até meros pedregulhos. Estima-se que o que extinguiu os dinossauros tivesse em torno de 10 Km de diâmetro, o que revela que não estamos totalmente isentos de uma nova catástrofe vinda do espaço.

Numa escala de previsibilidade mais próxima, podemos elencar alguns efeitos oriundos de atividades da dinâmica do próprio planeta Terra. Exemplificamos com os terremotos, que causam grandes impactos, inclusive econômicos. Para Rees (2005), o que se espera de mais provável no próximo século seja um grande terremoto em Tóquio ou em Los Angeles, que teria efeitos locais imediatos, mas econômicos a longo prazo.

As erupções vulcânicas também entram no pacote daquelas que podem mudar drasticamente a história do planeta e, por consequência, a nossa. Erupções extremamente violentas, apesar de raras, podem ocorrer. Conforme cita Rees (2005), há 70.000 anos estima-se que no Norte de Sumatra tenha ocorrido uma grande erupção que ejetou tanta cinza na atmosfera que foi possível bloquear a luz solar por um ano ou mais. É inimaginável pensar o impacto que isso traria, na atualidade, para a produção de alimentos para os cerca de 7 bilhões de humanos que caminham sobre a Terra.

Fruto de um planeta ainda ativo do ponto de vista geológico, uma vez que ainda está em processo de resfriamento do seu interior, as placas tectônicas que compõem a sua crosta não cessaram seu movimento e ainda devem seguir por muito tempo, uma vez que a energia que as move vem do calor interno da Terra. Num período de 100 milhões de anos poderemos prever para onde os continentes devem ter se deslocado, sabendo como eles se movimentam agora. Poderemos ter um novo supercontinente, que já foi apelidado de Amásia, porque juntará a América com a Ásia.

Se tudo é transformação, o Sol não é algo à parte. Como qualquer outra estrela, ele passa por fases durante a vida e, nas etapas finais, quando o esgotamento na obtenção de energia pelas reações com o Hidrogênio bater à porta, ele irá obter energia das camadas mais internas do núcleo o que provocará a expansão de suas camadas mais externas, fazendo-o a aumentar de tamanho, como uma esponja que se expande pela sua própria descompressão. Isso deve acontecer daqui a 4,5 bilhões de anos, e quando ele passar para essa etapa, chamada de Gigante vermelha, a Terra ficará mergulhada nas camadas externas do Sol. Grande parte da vida deve ser extinta, e eventualmente somente bactérias que atualmente vivem perto de fontes termais ou em vulcões sobrevivam a este novo

cenário. Depois desta etapa, o Sol se transformará em uma anã branca, que seguirá esfriando pelas centenas de bilhões de anos seguintes, mas a Terra provavelmente não abrigará mais vida e será um torrão disperso no espaço.

Assim como o Sol se transformará, isso também ocorrerá com as demais estrelas de toda a nossa galáxia, a Via Láctea (além das outras galáxias, claro). Obviamente, a considerar a massa de cada estrela, o seu tempo de vida será diferente, mas quando projetamos um cenário de um universo com milhares de vezes a idade que tem hoje (13,6 bilhões de anos), podemos ter o fim de todas as estrelas de todas as galáxias. O Universo será como conjuntos de cemitérios cheios de cinzas resfriadas de estrelas e planetas.

Mas ainda que somente cinzas estejam lá, ainda isso será matéria, e a gravidade continuará agindo. Os restos de grandes estrelas formam buracos negros, uma espécie de ralo por onde a matéria é sugada e compactada e é para onde estes restos devem ser tragados. Quando fizerem esta “aspiração”, pode iniciar uma etapa de um buraco negro engolir o outro, restando apenas alguns deles.

E quanto ao destino do Universo como um todo? Segundo já vimos, tudo o que existe esteve compactado em um ponto, que segue em expansão. A depender da matéria e energia existentes, cenários são prováveis. Poderíamos passar por um período de desaceleração na expansão e início de um processo reverso, em que toda a matéria e energia voltariam num único ponto. Atualmente, conhecendo a distribuição de massa no universo, o que se percebe é que o cenário futuro não aponta nesta direção. Tudo o que vemos por meio de telescópios, por mais vasto que seja, corresponde somente a 4% de tudo o que existe no Universo. Há uma parcela ainda desconhecida, chamada de matéria escura (23%) e outra ainda maior (73%), chamada de energia escura, que parece ser suficientemente poderosa para anular a atração gravitacional de toda a massa e energia do universo. É como se ela agisse como uma força gravitacional repulsiva e isso faz com que o Universo esteja se expandindo de maneira acelerada.

Apesar de parecer desanimador, o cenário final num futuro longínquo mostra que não teremos mais estruturas no Universo, declarando que a entropia, no final, terá vencido. Isso mostra o que já era certo desde o início, ou seja, o sentido natural é o da desordem, e estruturas ordenadas só conseguem existir por um certo período de tempo, enquanto se mantêm através de fluxos de energia. Mas até lá, ainda temos um bom tempo para percorrer e aproveitarmos a janela de oportunidade que foi criada e que permitiu que a vida se desenvolvesse na Terra, inclusive a nossa. Isso nos traz a responsabilidade de sermos mais cuidadosos com o nosso “Pálido ponto azul”, parafraseando Carl Sagan, ao

comentar a respeito da imagem da Terra quando vista de Saturno. Somos, sim, um pequeno grão perdido no espaço, mas é nele que estamos, é nele que evoluímos e não temos, por ora, para onde correremos, a não ser convivermos no sutil equilíbrio entre os seres vivos e não vivos que aqui habitam.

Quadro 11: Síntese da “Grande História” no tempo de 13 anos e 8 meses (do 1º. ao 9º. nó).

Evento	Data dividida por 1 bilhão
Primeiro nó – <i>Big Bang</i> , origem do Universo	Há 13 anos e 8 meses
Segundo nó – As primeiras estrelas começam a brilhar	Há 13 anos e 2 meses
Terceiro nó – Novos elementos forjados em grandes estrelas moribundas	Desde 13 anos e 2 meses até os dias atuais
Quarto nó – Formam-se nosso Sol e o Sistema Solar	Há 4 anos e 6 meses
Quinto nó – A mais antiga vida na Terra	Há 3 anos e 9 meses
Os primeiros grandes organismos na Terra	Há 7 meses
Um asteroide acaba com os dinossauros	Há 24 dias
A linhagem dos hominínios se separa da linhagem dos chimpanzés	Há 2,5 dias
<i>Homo erectus</i>	Há 17 horas
Sexto nó – Primeira evidência de nossa espécie, <i>Homo sapiens</i>	Há 100 minutos
Sétimo nó – Fim da última era do gelo, início do Holoceno, primeiros sinais de agricultura	Há 5 minutos
Primeiros sinais de cidades, Estados, civilizações agrárias	Há 2,5 minutos
Florescimento do império Romano	Há 1 minuto
Zonas do mundo começam a se conectar	Há 15 segundos
Oitavo nó – Início da revolução dos combustíveis fósseis	Há 6 segundos
A Grande Aceleração; o homem vai à Lua	Há 1,5 segundo
Nono nó (?) : Uma ordem mundial sustentável?	Dentro de 3 segundos
O Sol morre	Dentro de 4 anos e 6 meses
O Universo desaparece na escuridão; a entropia vence	Dentro de bilhões e bilhões de anos

Fonte: Adaptado de Christian (2019).

CAPÍTULO III

O paradigma da complexidade

*“O conhecimento é, com efeito, uma viagem que se efetiva num oceano de incerteza salpicado de arquipélagos de certeza.”
(MORIN, 2007, p.63)*

QUANDO olhamos muitas das conquistas humanas, como foram as mais recentes, na busca por uma saída que libertasse a humanidade do julgo de um vírus, vemos a força que a Ciência tem. É inegável que devemos muitas das realizações nas mais diversas áreas à razão e ao humanismo, como bem destaca Pinker (2020), que são pilares sobre os quais a Ciência Moderna tem se apoiado desde seu nascimento, no século XVI. A partir daquele período, o homem foi aos poucos se desconectando da forte influência religiosa, que era até então a maneira de explicar o mundo, e isso também foi ganhando impulso por meio de aspectos como o enfraquecimento do modelo geocêntrico, o nascimento do comércio e de uma nova classe social, a burguesia, que também passara a valorizar a Ciência.

Diferentemente da fé, que até então era um poderoso instrumento de interpretação do mundo, a Ciência Moderna contava com a observação, a experimentação e os dados, os quais eram interpretados pela linguagem matemática. Esses aspectos foram reforçados por uma corrente filosófica, o Positivismo, que se apoia na razão e nos dados como meio para descrever a realidade, imprimindo um *status* de superioridade ao conhecimento científico, quando comparado a outras formas de ler o mundo.

O grande impulso que a Ciência Moderna trouxe à sociedade da época pode ser verificado em diversas áreas, e isso ajudou, inclusive, a ressignificar a própria visão de mundo que o homem possuía. Os europeus, por exemplo, quando se valeram de conhecimentos astronômicos e os aplicaram à navegação, deram início à conexão entre diferentes regiões do globo, o que inaugurou uma nova “era” para a humanidade, nas palavras de Morin e Kern (2003), a “era planetária”, ou aquilo que poderíamos chamar também de Tempos Modernos. Segundo o mesmo autor, isso gerou uma espécie de “ocidentalização do mundo”, que se por um lado trouxe benefícios aos europeus, também levou destruição, exploração e violência aos povos conquistados nos mais diferentes continentes. Pautados por uma visão “ocidentalocentrista” (MORIN e KERN, 2003), os

européus julgavam os conquistados como seres inferiores, e que deveriam ser sujeitados ao modo “desenvolvido” de vida.

O início do século XX viria trazer incertezas ao modelo praticado pela Ciência Moderna, as quais nasceram no seio das próprias ciências naturais. Segundo Morin (2007), foi naquele momento que começaram a ruir os três pilares de certeza sobre os quais o conhecimento científico até então repousava: o pilar da ordem, da regularidade e do determinismo absoluto; o pilar da separabilidade entre o objeto a ser estudado e o meio onde ele está inserido; e o pilar do conhecimento validado pelos processos dedutivo (do todo para as partes) e indutivo (das partes para o todo).

Em diferentes áreas das ciências emergiram problemas que mostraram que o modelo pautado numa concepção determinista e mecanicista de mundo não nos dava toda a certeza e segurança que acreditávamos ter e que, portanto, deveríamos começar a aceitar que a Ciência Moderna também tinha suas fragilidades. Nessa nova visão, aspectos que até então eram entendidos como antagônicos ou incompatíveis tiveram que ser colocados em conjunto. Vejamos alguns exemplos.

No século XVII, discussões sobre a natureza da luz se dividiam entre aqueles que a entendiam como uma onda eletromagnética que se propaga pelo espaço (teoria ondulatória), e por aqueles que a via como partículas em movimento (teoria corpuscular). Em 1924, o físico francês Louis de Broglie anunciou que os elétrons apresentavam características tanto ondulatórias quanto corpusculares, a depender de qual experimento se está empregando para identificá-los. Essa ambiguidade de comportamento ficou conhecida como dualidade onda-partícula e mostra que a realidade observada com entes macroscópicos é muito diferente daquela do mundo subatômico.

Um outro exemplo que revela interpretações de uma nova ciência foi apresentado pelo físico alemão Werner Heisenberg, em 1927. Imagine que queiramos medir a posição e a velocidade de uma bola quando arremessada. Com base em dados obtidos em seu deslocamento, podemos facilmente conseguir identificar estes dois parâmetros (velocidade e posição). Todavia, não se consegue o mesmo êxito com partículas subatômicas, como elétrons, por exemplo. Assim, ao lançarmos “luz forte” sobre um elétron para identificar sua exata posição, a própria luz (que pode ser entendida como um feixe de partículas) mudará a velocidade do elétron. Mas se usarmos uma “luz mais fraca” para não afetar a velocidade da partícula, mais difícil será achar sua exata posição. Essa impossibilidade ficou conhecida por Princípio da Incerteza de Heisenberg, e ainda que

seja uma limitação na obtenção de dados na dimensão atômica, trouxe à baila reconsiderações acerca dos limites das ciências.

Um outro sacolejo na ordem proposta pela Ciência Moderna se deu a respeito de uma nova concepção de tempo, até então entendido como absoluto e que passou a ser concebido como relativo, ou seja, o tempo flui diferente a depender do referencial tomado. Isso fora proposto pelo físico alemão Albert Einstein, em 1905, em sua Teoria da Relatividade Restrita.

Na mesma esteira de revisão de concepções, o químico e físico russo Ilya Prigogine, em estudos na área da Termodinâmica, vai mostrar que fenômenos de organização podem aparecer mesmo em condições de turbulência, no chamado “caos determinista”.

Na Cosmologia, em 1929, o astrônomo estadunidense Edwin Hubble descortinou uma nova visão de cosmos, na medida em que suas observações revelaram que grandes estruturas do universo estão se afastando entre si, indicando que tivemos um início no passado no qual tudo o que existe estava reunido.

No século XIX, os estudos de Gregor Mendel vieram fundar as bases sobre as quais se dão os mecanismos genéticos que comandam a vida, e no final daquele mesmo século, Charles Darwin propunha as ideias centrais que explicam a diversidade de espécies vivas sobre a Terra.

Em síntese, a Ciência foi dando ao homem uma nova visão sobre seu papel na história cósmica. A Astronomia mostrou que não estamos no centro do Universo, nem mesmo do Sistema Solar; a Biologia nos mostrou que temos uma mesma origem comum com todas os seres vivos que aqui habitam e, portanto, não somos a imagem de seu Criador; a Astrofísica mostra que somos feitos de resto de matéria processada em estrelas, e a vida é construída dos elementos químicos mais comuns encontrados na face da Terra; por fim, a Psicologia mostra que o espírito humano não tem nada de sagrado, padecendo de toda forma de paixão e ódio.

Quando olhamos para as questões sociais, econômicas e políticas, vemos que elas também contribuíam para uma nova visão de ciência no decorrer do século XX. Isso fica evidente, por exemplo, no período pós-guerra. Para Morin e Kern (2003), foi neste momento que o mundo passou por uma época de grande esperança, fosse ela no bloco socialista, por acreditarem que o socialismo traria um futuro promissor, fosse no capitalista, que prometia o triunfo de um modelo pautado na produção industrial e no consumo. Na essência, vivíamos os dois maiores mitos do Ocidente Moderno, segundo

Morin (2003): a concepção utilitarista da natureza, vista como um objeto para satisfazer nossas necessidades e a falsa ideia de que o progresso é infinito.

Todavia, a partir dos anos 1970, fatos viriam a mudar esse cenário: nações socialistas começaram a mostrar seu lado dantesco, e da mesma forma países capitalistas também revelam muitos problemas, como uso indiscriminado do solo e de pesticidas, monoculturas depredatórias, poluição, uso não pacífico da energia nuclear, manipulação genética, crise do petróleo, distribuição desigualitária de renda etc. Para Morin (2003), a visão de desenvolvimento do mundo moderno começava a ser posta em questão e começávamos a nos conscientizar de que o futuro não seria tão radioso e feliz como então se acreditava. Segundo o mesmo autor, “[...] o progresso não está assegurado automaticamente por nenhuma lei da história. O devir não é necessariamente desenvolvimento. O futuro chama-se doravante incerteza” (MORIN e KERN, 2003, p.78).

No âmbito pessoal, conforme asseveram Morin e Kern (2003), as pessoas passaram a ser levadas a um estilo de vida degradante, que as forçou a agir dentro de uma lógica da máquina artificial, que preza pela eficácia, pela especialização, pela cronometria, num modelo conhecido como “macdonaldização da sociedade”. Esse estilo de vida, de acordo com os mesmos autores, produz o pensamento mecanicista, quantificável, que compartimentaliza os saberes e leva as pessoas a diluírem-se na noção do todo. Para eles, “nossa civilização está doente de velocidade” (p.148), o que demanda que tomemos consciência de nosso papel no mundo.

Para Morin (2000), o século XX também trouxe contracorrentes que ele chama de regeneradoras, e que ajudaram a mudar o curso dos acontecimentos. São elas: a contracorrente ecológica, que mostrou os limites do planeta; a contracorrente qualitativa, que se opôs ao movimento quantitativo; a contracorrente resistente à vida utilitária; a contracorrente do consumo desenfreado; a contracorrente de emancipação à tirania do dinheiro e, por fim, a contracorrente ao desencadeamento da violência.

Seja no campo das ciências naturais, seja nos aspectos econômicos, sociais ou políticos, as rupturas e mudanças ocorridas no século XX vieram mostrar que necessitávamos revisitar a forma de pensar as ciências, assim como a forma como nos organizamos em sociedade. Um dos aspectos que fica evidente nesta revisão é a necessidade de avançar de uma lógica determinista, que compartimentaliza as partes, para uma lógica sistêmica e abrangente. Isso, porque, segundo Morin (2003), a fragmentação e a perda da noção do todo, aspectos centrais da Ciência Moderna, limitam nosso olhar.

Podemos exemplificar isso em práticas cotidianas que se mostram problemáticas, justamente, quando perdem a conexão entre as partes. Assim, nem sempre nos é claro que aumentar a produtividade de uma única cultura empobrecerá a variedade genética e favorecerá com que doenças se espalhem e acabem por dizimar as mesmas plantações. Não nos é claro que pesticidas podem matar pragas nas lavouras, mas também exterminam espécies benéficas, além de trazerem para nossos pratos, junto aos alimentos, estes mesmos pesticidas. Não nos é claro que degradando as florestas para aumentar a área cultivável ou extrair madeira também reduziremos a diversidade animal e vegetal, favorecemos o contato com novos vírus, além de gerarmos desequilíbrios hídricos. Não nos é claro que as grandes culturas, além de empobreceram a diversidade biológica, também esmagam culturas de subsistência, o que aumenta a miséria de pessoas que vivem no campo e as afugenta para as periferias das grandes cidades. A lógica da separação, muitas vezes, é incapaz de perceber tais relações. Para Morin e Kern (2003),

A inteligência parcelada, compartimentada, mecanista, disjuntiva e reducionista rompe o complexo do mundo em fragmentos soltos, fraciona os problemas, separa o que está ligado, unidimensionaliza o multidimensional. Trata-se de uma inteligência ao mesmo tempo míope, presbita, daltônica, caolha; na maioria das vezes acaba ficando cega. Ela destrói no ovo todas as possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando assim todas as chances de um julgamento corretivo ou de uma visão a longo prazo. (MORIN e KERN, 2003, p.157)

Para Morin (2007), quanto maior, mais multidimensionais e complexos são os problemas, maior é a nossa incapacidade de pensá-los; quanto mais planetárias são as questões, menos elas são pensadas.

A defesa de Morin (2003) é por um modelo de pensamento que compreenda os seguintes princípios: para conhecer as partes, devemos conhecer o todo, mas para conhecer o todo, também devemos conhecer as partes; os fenômenos devem ser avaliados de maneira multidimensional ao invés de compartimentalizada; realidades conflituosas devem ser analisadas em conjunto; devemos substituir o pensamento que separa e isola pelo pensamento complexo, que na etimologia da palavra – *complexus* - significa aquilo que é tecido junto.

Morin (2003) propõe princípios para um pensamento aglutinador ou complexo. O primeiro deles é o *princípio sistêmico*, que propõe a ligação das partes ao todo e do todo às partes. Costumamos ouvir que ‘o todo é mais do que a soma das partes’, mas segundo ele, ‘o todo também é menos do que a soma das partes’. Assim, tanto as partes quanto o todo têm importância e devem ser vistos de modo associado.

O segundo princípio é o *holográfico*, que remete à ideia de um holograma. Nele, em cada parte se tem uma representação do todo e esse todo é feito pela união das partes. Logo, para Morin (2003), temos que enxergar a parte que está no todo, sem deixar de ver o todo que está em cada parte. Por exemplo, cada célula de nosso corpo contém todo nosso patrimônio genético, assim como cada membro da sociedade comporta em si toda a sociedade.

O princípio do *circuito retroativo* é o terceiro deles e vem se opor à ideia linear de causalidade, ou seja, “a causa age sobre o efeito, e o efeito age sobre a causa” (MORIN, 2003, p. 94). Segundo este princípio, a causa age sobre o efeito, mas o efeito também modifica a causa. Somos parte da sociedade e a modificamos com nosso comportamento, mas ela também nos modifica.

O princípio seguinte é o do *circuito recursivo*, que tem em sua essência a ideia de auto-organização, ou seja, “os produtos e seus efeitos são, eles mesmos, produtores e causadores daquilo que os produz” (MORIN, 2003, p. 95). Entendo que este princípio guarda uma relação muito próxima com o anterior.

O outro princípio é o da *autonomia/dependência*, ou seja, somos autônomos da mesma forma que somos dependentes. Por exemplo, para um organismo vivo manter-se como indivíduo (autônomo), precisa de energia do meio (dependência). São aspectos antagônicos e ao mesmo tempo complementares.

O autor enuncia ainda o princípio *dialógico*, em que mais uma vez destaca a inseparabilidade de contraditórios para entender um mesmo fenômeno complexo. É como na dualidade onda-partícula, segundo a qual sabemos que o elétron assume dois comportamentos contraditórios.

Por fim, ele traz o princípio da *reintrodução do conhecimento em todo conhecimento*, ou seja, indica a necessidade de entendermos que não existe uma realidade externa àquele que a pensa, e que todo conhecimento é uma tradução que a mente humana faz, a qual está ligada a uma determinada cultura e a uma determinada época.

Quando analisamos estes princípios em conjunto e no planeta Terra, entendemos que eles traduzem a complexidade de relações que aqui se estabeleceram e fazem do

nosso planeta e de tudo que nele existe um conjunto que tem sua compreensão prejudicada se for estudado de forma fragmentada. Morin (2003) resume bem esta integração quando afirma:

A Terra não é a soma de um planeta físico, de uma biosfera e da humanidade. A Terra é a totalidade complexa físico-biológica-antropológica, onde a vida é uma emergência da história da Terra, e o homem, uma emergência da história da vida terrestre. A relação do homem com a natureza não pode ser concebida de forma reducionista, nem de forma disjuntiva. (MORIN, 2003, p. 40)

Para Morin (2003), a vantagem de assumirmos um pensamento complexo e, portanto, integrador, é trazer ao homem até mesmo um senso de responsabilidade, de ética e de cidadania, por fazer com que entendamos que uma ação individual não diz respeito somente ao indivíduo que a pratica, mas a todos.

Os apontamentos que buscam sintetizar a ideia de pensamento complexo podem ser levados ao campo da educação, uma vez que se trata de um âmbito que lida diretamente com a produção e propagação do conhecimento e a formação de novas gerações. Sabemos que a realidade das escolas espelha, de maneira direta, o modelo de sociedade que temos; logo, é de se esperar que a fragmentação de saberes, a hiperespecialização e a burocratização do conhecimento adentrem também os espaços escolares. Morin (2007) reafirma essa hipótese quando diz que nossa forma de pensar compartimentalizada pode ter suas origens desde a escola elementar, pois lá já aprendemos a reduzir o complexo ao simples, a dividir para entender melhor, a eliminar contradições e dúvidas. O desafio que se apresenta, portanto, é a religação.

Morin (2000, 2007) apresenta um conjunto de sete saberes, que ele aponta como caminhos para nos desviar dos “sete buracos negros” dos sistemas educacionais, não só do francês, para qual ele foi convidado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) para refletir a respeito, mas de todos ao redor do mundo. Mais do que receitas pontuais do que deve ser mudado, o autor traz reflexões e mudanças de ordem paradigmática, como ele mesmo afirma.

O primeiro grande saber diz respeito a ensinar sobre as **cegueiras do conhecimento**, pois costumamos ensinar nas escolas o que é tido como certo, verdadeiro e confiável. Para Morin (2000), devemos mostrar que o conhecimento nada mais é que uma forma de interpretar o mundo, uma tradução, e não um espelho da realidade. Portanto, por ter esta natureza, é passível de erros e ilusões, sejam eles oriundos de

operações mentais humanas ou até mesmo porque buscamos explicações que estão presas a um paradigma, que por vezes pode nos cegar e impedir de acolher o novo.

O segundo saber é ensinar o **conhecimento pertinente**. Ele assim o é, não porque contém uma grande quantidade de informação, mas porque se organiza de tal forma que situa as informações num contexto global. Para ele, é a contextualização que o torna pertinente, e isso ocorre quando deixamos claro o contexto em que o conhecimento é produzido, o que lhe dá sentido; quando fazemos a relação entre o todo e suas partes, que se traduz na ideia do holograma; quando mostramos a complexidade dos conhecimentos, ou seja, aquilo que é tecido junto e, por fim, quando mostramos sua multidimensionalidade, ou seja, que ele comporta dimensões físicas, biológicas, sociais etc.

O terceiro saber do futuro diz respeito a ensinar a **condição humana**. Para ele, é surpreendente que em nenhum lugar se ensina a integralidade de nossa identidade humana, porque cada área de conhecimento separa uma fatia do humano para si: a Sociologia trabalha o destino social; a Psicologia o individual, a História o destino histórico, a Economia o econômico, a Biologia o biológico, a Astronomia o cósmico...

Curiosamente se conhece cada vez mais das partes, mas cada vez menos do todo, e cabe a um novo modelo de educação a religação destes campos do conhecimento; que se trata, segundo o autor, de trazer contribuições das humanidades em interação com as ciências naturais, a filosofia, a literatura, a poesia e as artes.

O quarto saber diz respeito a ensinar a **compreensão humana**, pois para ele, também em nenhum lugar nos ensina a compreendermos uns aos outros. Padecemos, para ele, de uma carência de compreensão, e isso também gera em cada indivíduo a dificuldade em se auto conhecer, uma vez que isso é feito na interação com os demais.

Enfrentar a **incerteza** é o quinto saber. Ensinamos certezas, mas temos que aprender a enfrentar as incertezas. Conforme já descrevi aqui, a Ciência do último século abriu brechas e mostrou os limites do modelo mecanicista de mundo, o que faz com que trabalhemos não necessariamente com o verdadeiro, mas com o provisório, com o falível, ensinando os fundamentos da incerteza, segundo o autor.

O sexto saber é ensinar a **identidade terrena**. Para o autor, é importante que entendamos que desde o século XVI estamos nos interligando e que atualmente estamos numa fase que ele chama de mundialização, numa era planetária. Logo, o que acontece num ponto do globo causa um efeito e afeta da mesma forma o que está em outra parte, o

que requer que aprendamos que existe uma ‘ética da compreensão planetária’. Avancemos, portanto, de uma ideia de separação entre nações para a de ‘Terra-pátria’.

Por fim, o sétimo saber comporta o ensinamento da **ética do gênero humano**, ou antro-poética. Para a existência da humanidade, temos que preservar condutas individuais, mas também as que se referem ao conjunto da população do planeta. Nesse sentido, é preciso pensar em trabalhar em prol de uma ‘cidadania terrestre’, como uma causa que congregue todos os seres humanos.

Sabemos que, via de regra, os sistemas educacionais se organizam em disciplinas, de modo que cada uma representa um segmento do saber. Segundo Morin (2003), a organização disciplinar começou no século XIX, segundo o modelo de universidade moderna, e ganhou força no século XX, com o avanço do conhecimento científico. É a segmentação do modelo de sociedade que acaba por ser espelhado nas instituições, da mesma forma que as instituições formam para essa mesma sociedade, ou seja, “a sociedade produz a escola, que produz a sociedade” (MORIN, 2003, p.100)

Para Morin (2003), os sistemas de ensino funcionam segundo a lógica da compartimentalização e despedaçamento dos saberes, e em vez de corrigir isso, estamos cada vez mais obedecendo a ele. Para o autor,

Na escola primária nos ensinam a isolar os objetos (de seu meio ambiente), a separar as disciplinas (em vez de reconhecer suas correlações), a dissociar os problemas, em vez de reunir e integrar. Obrigam-nos a reduzir o complexo ao simples, isto é, a separar o que está ligado; a decompor, e não a recompor; e a eliminar tudo que causa desordens ou contradições em nosso entendimento. (MORIN, 2003, p. 15)

Por conta disso, segundo o mesmo autor, vamos criando gerações de cidadãos sem direito ao conhecimento. Isso, porque o conhecimento técnico está reservado aos especialistas e o conhecimento globalizante, que traz contexto e pertinência, está esfacelado.

Se por um lado temos disciplinas separadas, por outro a realidade e os problemas que se apresentam são, segundo Morin (2003, p. 13), “cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários.” Isso revela que eles nos colocam cada vez mais em contato com os desafios da complexidade.

O autor não é contra a existência de disciplinas, mas alerta para o perigo de o objeto de estudo de cada uma delas ganhar autossuficiência e se “coisificar”, descolando-

se das outras áreas do saber, perdendo vínculos e a relação com o todo. Para ele, o avanço no conhecimento se dá não necessariamente somente pela hiperespecialização, mas quando áreas diferentes rompem o isolamento e trabalham juntas.

Morin (2007) traz o conceito de ciências poli ou transdisciplinares, que tomam como objetos de estudo não apenas uma parte, mas um sistema complexo que forma um todo organizado. Segundo ele, elas organizam um saber anteriormente disperso e compartimentalizado. Ele enfaticamente destaca três, que possuem esse caráter: a Ecologia, as Geociências e a Cosmologia. A primeira trata de um sistema complexo que é a biosfera e todas as interações que nela ocorre, não só entre os seres vivos, mas entre eles e a matéria inanimada. As Ciências da Terra tecem toda a complexidade do sistema planetário, que passa desde a Geologia até a ação humana sobre o globo. Por fim, a Cosmologia perpassa a relação entre aspectos do infinitamente pequeno ao imensamente grande e a busca por entender como o Universo funciona. Estas três polidisciplinas necessitam, portanto, de um rol de outras disciplinas até então isoladas, mas que passam a interagir entre si. Na essência, elas buscam responder às questões fundamentais da humanidade: Quem somos nós? Onde estamos, de onde viemos, para onde vamos?

Vale ressaltar que Morin (2007) destaca a diferença entre interdisciplinaridade e poli/transdisciplinaridade. Na primeira, cada disciplina continua com suas fronteiras bem estabelecidas, ainda que tentem colaborar com algo orgânico. É como uma reunião de nações na Organização das Nações Unidas (ONU), segundo ele, em que cada país mantém sua soberania e defende seus interesses, ainda que estejam em busca de uma meta global. Na poli ou transdisciplinaridade vai-se além, pois as disciplinas se associam em torno de um projeto comum, ou seja, empregam-se esquemas cognitivos que as atravessam.

Frente a tais provações, e conhecendo o modelo educacional que temos, podemos nos questionar: como encontrar uma saída? O autor não traz uma forma pronta de como se fazer isso, mas dá pistas a respeito de currículos e da formação docente. Para ele, não se trata de reduzir a questões como carga-horária de disciplinas, por exemplo, que só fazem camuflar a verdadeira mudança.

No que se refere à organização dos conteúdos, Morin (2003) destaca que os professores deveriam situar suas disciplinas em torno de grandes temas aglutinadores, como o Universo, a Terra, a vida, o humano. Obviamente, isso passa por uma revisão na formação dos docentes, ou como ele costuma questionar, baseado numa indagação de Karl Marx: *quem educará os educadores?* (MORIN, 2003, p.101)

Na sua linha de pensamento dialógico, não cabe esperar que as instituições formadoras se transformem antes para que os profissionais sejam formados de outro modo, ou, segundo ele “não se pode reformar a instituição sem uma prévia reforma das mentes, mas não se podem reformar as mentes sem uma prévia reforma das instituições” (MORIN, 2003, p. 99). Parece ser algo que se deve dar em conjunto.

No que se refere à organização das universidades, ele indica uma reestruturação na forma como são pensadas, de modo que passassem a se aglutinar em torno de núcleos temáticos. Nesse sentido, ele provoca sugerindo em lógicas como: Por que não uma Faculdade do Cosmo? Instituto da Terra? Faculdade da vida? Faculdade do humano? Faculdade dos problemas globalizados? O autor chega até mesmo a propor que fosse instituído nas universidades e faculdades uma espécie de “dízimo epistemológico ou transdisciplinar” (MORIN, 2003, p.84), que ocupasse 10% da duração dos cursos para um ensino em comum e que envolvesse temas que integrassem diferentes campos do saber. Um outro caminho, segundo o autor, seria a criação de centros de pesquisa sobre problemas da complexidade e a realização de oficinas direcionadas a problemáticas transdisciplinares.

Para Morin (2003), o que suas ideias trazem é a tomada de uma nova visão de mundo e não se trata de uma mudança apenas programática, como alguns podem crer. Trata-se de uma mudança paradigmática, como uma reforma do pensamento, que para ele, pode levar a uma reforma do ensino, da mesma maneira que uma reforma do ensino pode levar a uma reforma do pensamento.

Podemos nos questionar sobre como dar início a esse processo e quem o fará. Para ele, essa mudança deve vir de uma minoria, de maneira periférica e marginal. Inicialmente, ela pode ser incompreendida e até perseguida, mas depois de consolidada a ideia, torna-se uma força.

CAPÍTULO IV

O curso de formação “O Universo e(m) nós”

QUANDO reflito sobre as questões até o momento abordadas, é impossível descolá-las da formação dos professores e da responsabilidade que eles possuem na busca pela integração dos conhecimentos e na construção de uma visão mais sistêmica de mundo. Todavia, como levar uma visão integrada num cenário de formação, a princípio, compartimentalizada?

Entendo que um primeiro provável caminho seja pensar em eixos estruturantes que consigam colocar conhecimentos para serem tecidos juntos, e nesse sentido, considero que a “Grande História” traz essas características essenciais. Levando em conta o contexto de pandemia dentro do qual este estudo foi desenvolvido, as possibilidades de criar ações presenciais se mostraram inviáveis. Portanto, julguei que um curso a distância, no qual os professores pudessem ter contato com a narrativa trazida pela “Grande História” seria um ponto de partida para entender que tipo de reação uma proposta como essa causaria neles, segundo seus olhares e interpretações.


Portanto, partindo de tal cenário, organizei um curso de extensão de formação continuada, ofertado a professores de qualquer área de formação e que atuassem em qualquer etapa ou modalidade da educação. Esses pressupostos foram deliberadamente pensados, uma vez que necessitava ouvir vozes de interlocutores de diferentes campos do conhecimento a percepção que possuíam da narrativa e conexão de conhecimentos apresentados pela “Grande História”, dentro daquilo que Edgar Morin chama de “conhecimento pertinente”.

Levando em consideração aspectos burocráticos, como a certificação dos docentes para progressão funcional, mas também dosando um curso que não se estendesse por vários meses, nem que fosse uma apresentação aligeirada da narrativa histórica, propus um curso de 40 horas de duração, no decorrer de 9 semanas. Ele foi registrado e aprovado na Pró reitoria de Extensão da UFU, fazendo parte de um rol de ações desenvolvidas no período da pandemia por esta mesma instância, e intituladas de “Programa Rede de Extensão #UFUemCasa”⁹. A divulgação do curso foi feita no site da instituição, além de


⁹ <http://www.proexc.ufu.br/acontece/2020/04/programa-rede-de-extensao-ufuemcasa> (Acesso 04/05/2021)

redes sociais. O folder de divulgação continha informações sobre forma de inscrição e as condições para a certificação. Não houve limitação quanto ao número de vagas. A seguir, na figura 26, o folder com as informações para divulgação:

Figura 26: Informativo para divulgação do curso “O Universo e(m) nós”.



**Universidade
Federal de
Uberlândia**



PROEXC
Pró-Reitoria de Extensão e Cultura

Curso “O Universo e(m) nós”

O curso de extensão “O Universo e(m) nós” tem como espinha dorsal a ideia inicialmente proposta pelo historiador David Christian, e intitulada por ele de “A Grande História”. Nesse curso, adentraremos nossa história cósmica, buscando responder quem somos nós, de onde viemos, onde estamos e para onde vamos. O fio condutor dessa trama é o processo crescente de complexidade que tem início no Big Bang, passa pela formação da Terra, pela vida nela, pelas sociedades humanas e pelas transformações delas decorrentes. Para tanto, articularemos conhecimentos de diferentes áreas do saber, numa proposta que pretende ser multidisciplinar. Almeja-se que ao final do caminho os professores ou licenciandos, para quem a proposta se volta, possam perceber como diferentes campos do saber se articulam e ganham sentido no seio da história que explica nossa jornada cósmica até os dias atuais.

O curso tem 40 horas de duração, é gratuito e totalmente a distância. Ocorrerá entre 21 de fevereiro a 25 de abril de 2021. Caso queira saber mais detalhes ou fazer alguma pergunta, acesse o formulário de inscrição no link abaixo, onde também encontrará outras informações.

<https://forms.gle/2rebGitLLJ1rZRiv6>

O período de inscrições é de 03 a 15 de fevereiro de 2021.

Prof. Marcos Longhini
Universidade Federal de Uberlândia

Fonte: O autor (2021).

Ao final do período de inscrição, o formulário contabilizava 451 inscritos, os quais apresentavam diferentes perfis de formação inicial, conforme mostra o quadro 12. Vale ressaltar que o percentual total excede 100%, pois houve participantes que possuíam mais de uma formação inicial.

Quadro 12: Percentual de inscritos em suas respectivas áreas de formação.

Área de formação dos participantes	Percentual dos participantes
Pedagogia	53,5%
Ciências Biológicas	17,9%
Outro curso, que não licenciatura	8,7%
Matemática	5,1%
Letras	6,7%
Física	5,1%
Geografia	4,8%
História	4,5%
Artes	1,9%
Filosofia	1,0%
Educação Física	0,6%
Sociologia	0,3%

Fonte: O autor (2021).

Considerando que nem sempre o profissional atua única e exclusivamente com o componente curricular no qual possui a graduação, interessou-me saber quais eram suas áreas de atuação. O resultado encontra-se no quadro 13, também com a mesma ressalva em relação ao total exceder 100%.

Quadro 13: Percentual de inscritos em suas respectivas áreas de atuação.

Área de atuação dos participantes	Percentual dos participantes
Ciências	31,6 %
Professor(a) polivalente dos anos iniciais do Ensino Fundamental	20,9%
Professor(a) polivalente da Educação Infantil	20,7%
Geografia	16,1%
História	15,8%
Matemática	13,9%
Física	8,8%
Biologia	8,8%
Língua Portuguesa	8,8%
Artes	6,7%
Direção ou coordenação pedagógica	5,2%
Educação Física	3,8%
Química	2,9%
Ensino religioso	0,9%
Professor apoio pedagógico	0,9%
Sala de recursos multifuncionais	0,8%
Secretário(a) de escola/ Atividade na secretaria de Educação	0,6%
Filosofia	0,5%
Educação Especial	0,5%
Laboratório de Física	0,3%
Astronomia	0,3%
Educação de Jovens e Adultos	0,3%
Sociologia	0,3%
Laboratório de Ciências	0,3%

Fonte: O autor (2021).

Quanto à localidade de origem, o curso contou com participantes oriundos de cidades de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Amazonas, Tocantins, Rio de Janeiro, Pernambuco e Rondônia.

O curso foi ministrado por meio da plataforma Moodle, a mesma utilizada por diferentes cursos de graduação, pós-graduação e de extensão ocorridos na Universidade Federal de Uberlândia e que são geridos pelo Centro de Educação a distância (CEAD-UFU) desta mesma instituição. A figura 27 apresenta a configuração da página de abertura do curso:

Figura 27: Página de abertura do curso, disponível no endereço www.ead.ufu.br



Fonte: O autor (2021).

Levando em conta que a totalidade dos materiais apresentados para a “Grande História” estão em língua inglesa, sejam eles vídeos, textos ou demais recursos, minha opção foi por não usá-los. Assim, a partir deles, somando-se a demais livros de áreas afins, elaborei um novo material em torno dos limiares propostos por Christian (2018), os quais designei de “nós”. São eles: Universo; Estrelas; Terra; Vida; Humanos, Civilizações; Antropoceno; Futuro.

Cada um destes “nós” foi explorado no decorrer de uma semana de curso. Houve também um período inicial de apresentação do curso e de cada um se apresentar em um espaço próprio para isso na plataforma. Assim sendo, o curso resultou em 9 semanas de duração, conforme indiquei anteriormente. Os “nós” foram paulatinamente liberados no transcorrer de cada semana, de modo que os cursistas somente tinham acesso às atividades

da semana em vigência. No quadro 14, apresento o cronograma do desenvolvimento dos “nós”:

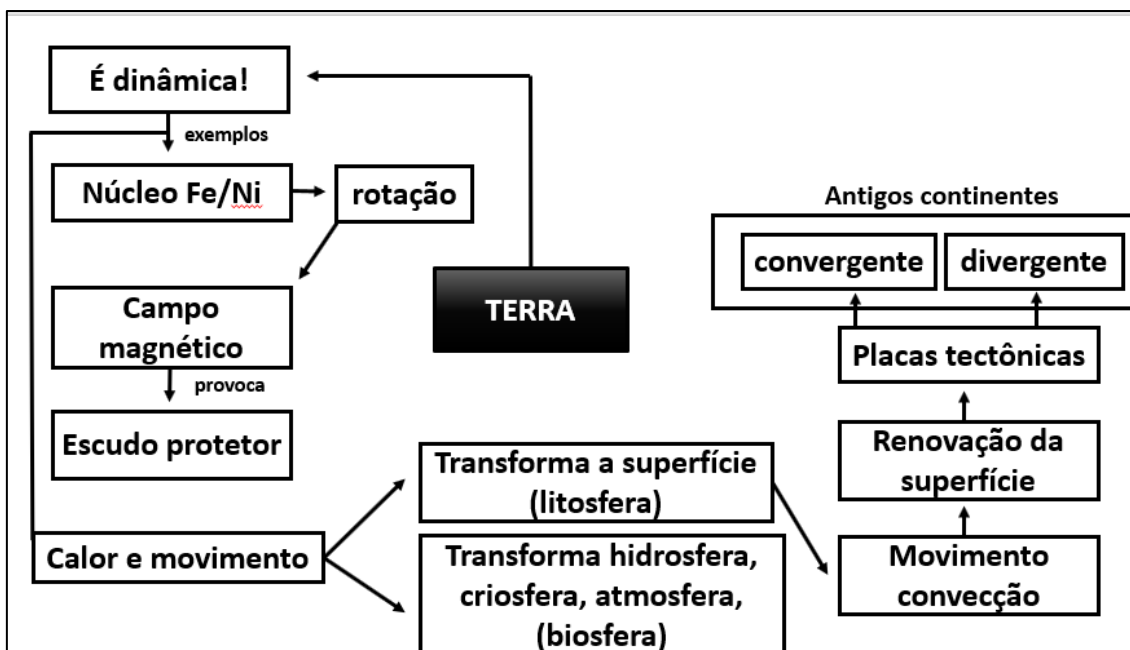
Quadro 14: Cronograma de abertura dos “nós” no decorrer do curso.

Período	“nós”
Semana 1 (21 a 28/2)	Apresentação do curso
Semana 2 (28/2 a 7/3)	O universo
Semana 3 (7/3 a 14/3)	Estrelas
Semana 4 (14/3 a 21/3)	Terra
Semana 5 (21/3 a 28/3)	Vida
Semana 6 (28/3 a 4/4)	Humanos
Semana 7 (4/4 a 11/4)	Civilizações
Semana 8 (11/4 a 18/4)	Antropoceno
Semana 9 (18/4 a 25/4)	Futuro

Fonte: O autor (2021).

Para cada um dos “nós”, elaborei uma série de videoaulas explicativas, nas quais busquei mostrar, por meio de esquemas gráficos, as relações que foram se estabelecendo ao longo da trama. Elas foram gravadas usando a Plataforma *Zoom*, sendo posteriormente por mim editadas usando o Programa *Camtasia studio*. Na figura 28, trago um exemplo de um esquema empregado em uma das videoaulas do curso.

Figura 28: Modelo de esquema empregado na videoaula intitulada “Como se comporta o planeta Terra”, presente no “nó”: Terra.



Fonte: O autor (2020).

Toda videoaula tinha como ponto de partida uma pergunta inicial, e os esquemas apresentados no seu transcorrer caminhavam no sentido de responder a tal indagação. No total, foram 65 videoaulas, com tempo variados, com média de 20 minutos cada, conforme apresentado no quadro seguir, em que apresento os títulos e a duração de cada uma.

Quadro 15: Síntese das videoaulas do curso, com organização em semanas e tempo de duração.

APRESENTAÇÃO	0.1 Como está organizada a sala virtual do curso? (2min33s) 0.2 O que você deverá saber e fazer neste curso? (3min00s)
SEMANA 1 INTRODUÇÃO	1.1 Que curso é este? (6min56s) 1.2 Há cursos com esse propósito por aí? (6min48s) 1.3 Como os assuntos estão estruturados? (7min05s) 1.4 Que materiais foram usados na elaboração deste curso? (8min47s)
SEMANA 2 UNIVERSO	2.1 Quando e como nasceu o Universo? (20min03s) 2.2 Como foram os primeiros instantes do Universo? (17min42s) 2.3 Como era o universo com 380.000 anos de idade? (19min47s) 2.4 Por que o universo não é uma bagunça? (Parte 1) (14min30s) 2.5 Por que o universo não é uma bagunça? (Parte 2) (10min45s)

	2.6 Quais as condições Cachinhos Dourados no início do Universo? (5min10s)
SEMANA 3 ESTRELAS	3.1 Como nasceram as primeiras estrelas? (13min03s) 3.2 Estrelas vão na contramão da entropia? (4min31s) 3.3 O que as estrelas fazem a maior parte do tempo? (7min31s) 3.4 Como é a vida de uma estrela como o Sol? (24min08s) 3.5 Como é a vida de uma estrela maior que o Sol? (25min57s) 3.6 Como estrelas ajudam a tornar o Universo mais complexo? (9min17s) 3.7 E se a proporção de matéria no Universo fosse diferente? (16min40s)
SEMANA 4 TERRA	4.1 Que ingredientes têm na sopa do Universo? (17min28s) 4.2 Como se formou o Sistema Solar? (19min45s) 4.3 Como se formaram a Terra e a Lua? (22min35s) 4.4 E se a Lua não existisse? (20min00s) 4.5 Tem mais mundos Universo afora? (19min49s) 4.6 Como era a Terra nos seus primórdios? (22min24s) 4.7 Como se comporta o planeta Terra? (25min09s) 4.8 Como a Terra regula a temperatura em sua superfície? (29min11s) 4.9 Quais Condições Cachinhos Dourados permitiram um cenário complexo? (17min18s) 4.10 E se o Sistema Solar estivesse em outro lugar da Via Láctea? (17min06s)
SEMANA 5 VIDA	5.1 Que condições permitiram a existência de vida na Terra? (30min51s) 5.2 Quem foi nosso primeiro ancestral? (40min52s) 5.3 Como nossos ancestrais se “alimentavam”? (24min18s) 5.4 O que o oxigênio causou na Terra? (22min30s) 5.5 Quem foram os ancestrais das plantas e dos animais? (27min15s) 5.6 Por que não somos unicelulares? (27min17s) 5.7 Que vantagens os eucariontes trouxeram à vida na Terra? (21min04s) 5.8 Como a evolução age? (22min10s) 5.9 Quem são nossos parentes na Terra? (25min16s) 5.10 Por que a extinção dos dinossauros foi nossa chance de ouro? (16min16s) 5.11 Quais são as Condições Cachinhos Dourados para a existência de vida na Terra? (8min41s)
SEMANA 6	6.1 Quem são nossos parentes Primatas? (24min50s) 6.2 Quem são nossos parentes Homo? (21min50s) 6.3 Aproveitamos um intervalo interglacial? (17min15s)

HUMANOS	6.4 Como viviam os primeiros sapiens? (21min46s) 6.5 O que teve o <i>Homo sapiens</i> de especial? (9min55s)
SEMANA 7 CIVILIZAÇÕES	7.1 Por que passamos a cultivar nossos alimentos? (21min13s) 7.2 “Entramos numa fria” com a agricultura? (26min12s) 7.3 Como surgiram as primeiras cidades? (22min23s) 7.4 Por que os Estados cresceram? (25min19s) 7.5 Aonde a busca por energia nos levou? (25min09s) 7.6 O carvão foi uma solução viável para os humanos? (34min37s) 7.7 Como avançou nossa ânsia por energia? (14min31s)
SEMANA 8 ANTROPOCENO	8.1 Estamos na era dos humanos? (Parte 1) (32min48s) 8.2 Estamos na era dos humanos? (Parte 2) (24min58s) 8.3 Vozes do bem, vozes do mal? (16min40s) 8.4 Na nave Terra, quando apertamos os botões do bem? (Parte 1) (23min42s) 8.5 Na nave Terra, quando apertamos os botões do bem? (Parte 2) (23min52s) 8.6 Na nave Terra, quando apertamos os botões do mal? (Parte 1) (27min30s) 8.7 Na nave Terra, quando apertamos os botões do mal? (Parte 2) (28min27s) 8.8 Como foi a escalada de complexidade em nossa história cósmica? (14min36s)
SEMANA 9 FUTURO	9.1 Que desafios o futuro próximo nos traz? (Parte 1) (30min09s) 9.2 Que desafios o futuro próximo nos traz? (Parte 2) (21min44s) 9.3 Que desafios o futuro distante nos traz? (Parte 1) (27min49s) 9.4 Que desafios o futuro distante nos traz? (Parte 2) (27min53s) 9.5 Uma mensagem final (10min46s)




Fonte: O autor (2021).

No decorrer de cada semana, os participantes deveriam assistir às videoaulas e apresentar dúvidas ou comentários num espaço da plataforma Moodle dedicado a tal propósito, chamada de Fórum. O primeiro deles, que aconteceu na semana de abertura do curso, foi dedicado à apresentação pessoal de cada participante, de modo a conhecer suas expectativas, o porquê do interesse pelo curso e demais aspectos que gostariam de comentar. A imagem a seguir ilustra como estava configurado esse fórum:

Figura 29: Fórum de apresentação pessoal. Semana 1 do curso “O Universo e(m) nós”.

Vamos nos conhecer?

Convido você a se apresentar! Conte-nos um pouco sobre quem é, onde mora, onde trabalha, que formação possui, além de outras coisas mais que gostaria de compartilhar com o grupo! Vamos?

Tópico	Autor	Última mensagem ↓	Comentários	Assinar
☆ Um pouco sobre mim...	 Marcos Daniel L... 2 fev 2021	 Marcos Daniel L... 4 abr 2021	366	<input checked="" type="checkbox"/> 

Fonte: O autor (2021).



Para cada um dos “nós” nas sucessivas semanas havia um fórum específico, de modo que pudesse interagir com os participantes, conhecer suas dúvidas e até mesmo sugestões sobre o tema abordado. Vale frisar que a participação no fórum não era obrigatória nem requisito para a conclusão do curso. Eles/elas eram livres para escrever, caso quisessem ou sentissem necessidade de perguntar algo.

A figura 30 ilustra como foram as orientações presentes nesses fóruns:

Figura 30: Fórum de comentários e dúvidas da semana 2: Universo do curso “O Universo e(m) nós”.

Comentários ou dúvidas da semana 2

Se você quiser deixar algum comentário ou fazer alguma pergunta relativa aos assuntos da semana 2, esse é o espaço! Fique à vontade! Buscarei responder assim que possível...

Tópico	Autor	Última mensagem ↓	Comentários	Assinar
☆ Semana 2	 Marcos Daniel L... 2 fev 2021	 Marcos Daniel L... 3 abr 2021	110	<input checked="" type="checkbox"/> 

Fonte: O autor (2021).

Além desses espaços de interação, a cada semana os participantes eram avaliados por meio de um questionário com perguntas objetivas, do tipo Verdadeiro ou Falso, o qual chamei de “teste de revisão”. O número de questões em cada semana variava em função da extensão do assunto abordado, mas giravam em torno de 30 questões. No transcorrer de todos os “nós”, foram 228 questões. O requisito para ter direito à certificado era atingir, no mínimo, 60% de acertos deste total. O prazo para responderem aos testes era de 1 semana, ou seja, enquanto o “nó” estava sendo explorado.

A figura 31 ilustra as instruções que eram dadas aos participantes antes de iniciarem os testes.

Figura 31: Instruções para a realização do teste de revisão de cada semana.

Teste de revisão semana 9

Este é o teste de revisão da semana Futuro". Atenção! Você terá apenas 1 tentativa para fazê-lo e o tempo para cada questão é de cerca de 1 minuto, ou seja, o questionário terá duração máxima de 16 minutos, pois são 16 questões do tipo V ou F.

Certifique-se de que terá este tempo para respondê-lo, pois uma vez iniciado, não poderá regressar em momento posterior. Ao encerrar o tempo, o que foi respondido será automaticamente enviado.

Durante a semana, você terá somente acesso à sua nota (0 a 16). As respostas serão liberadas a partir do dia 26/4, quando encerrar o prazo para todos(as). Se tiver alguma dúvida ou discordância, deixe seu comentário no fórum da semana 9, ok?

Lembrando que, clicando sobre o item NOTAS no menu lateral, você pode ver suas notas dos testes anteriores.

Boa revisão!

Marcos

Tentativas permitidas: 1

Este questionário foi encerrado em domingo, 25 abr 2021, 23:59

Fonte: O autor (2021).

Na figura 32, exemplo de questões presentes em um destes testes.

Figura 32: Exemplos de questões presentes nos testes de revisão.

Questão 1
Ainda não respondida
Vale 1,00 ponto(s).

Um cenário possível para o destino do Universo é o chamado *Big freeze*, que é o cessar de toda forma de energia e a consequente morte térmica do Universo.

Escolha uma opção:

Verdadeiro

Falso

Questão 1
Ainda não respondida
Vale 1,00 ponto(s).

A perda da biodiversidade do planeta Terra tem impacto na saúde dos humanos, uma vez que é grande o número de doenças que são transmitidas por animais a nós.

Escolha uma opção:

Verdadeiro

Falso

Fonte: O autor (2021)

Por fim, além da presença, em cada semana, das videoaulas do “nó” explorado, do fórum para comentários e dúvidas, e do teste de revisão, em algumas semanas acrescentei perguntas abertas, que versaram sobre aspectos relacionados ao objeto de estudo desta pesquisa, o qual detalharei no próximo capítulo.

CAPÍTULO V

Olhar para o pequeno, olhar para o grande

*“Onde está o conhecimento que perdemos na informação?”
(ELIOT, citado por MORIN, 1999, p.16)*

5.1 Quando as pontas se juntam

Retomarei os aspectos que me trouxeram até este estudo, de modo a apontar como suas pontas se juntam e indicam o propósito que intencionei alcançar.

Nos estudos de Edgar Morin, destaco os seguintes pressupostos:

- Vivemos num cenário em que o conhecimento está compartimentalizado, que reforça a visão que temos que dividir o saber para entender mais e melhor. Um reflexo disso é a perda da noção do todo e isso limita nosso olhar, segundo o autor;
- Para resgatarmos a visão do todo, temos que pensar em conhecimentos tecidos juntos, ou seja, o pensamento complexo;
- Há campos do conhecimento que possuem significativo potencial para se mostrarem como sistemas complexos, pois organizam um saber anteriormente disperso e compartimentalizado. Edgar Morin destaca a Ecologia, as Geociências e a Cosmologia.
- A formação dos professores precisa ser repensada, e isso é mais do que mudança de currículos e de cargas horárias de disciplinas. Possivelmente, passa por uma reestruturação na forma com os assuntos são abordados. O autor chega ao ponto de sugerir a criação de centros de pesquisa sobre problemas da complexidade e a realização de oficinas direcionadas a problemáticas transdisciplinares.

Nos estudos sobre a “Grande História”, destaco os seguintes pressupostos:

- A narrativa de nossa história cósmica proposta pela “Grande História” traz como eixo condutor a crescente complexidade dos sistemas e a busca por energia para sua manutenção. Esse fio condutor atravessa todos os campos do conhecimento;

- Pressuponho que a “Grande História” apresenta-se como uma possibilidade de dar pertinência aos conhecimentos. E isso, não porque ela contém uma grande quantidade de informação, mas porque se organiza de tal forma que situa as informações num contexto global. Isso faz com possamos ver de modo mais claro o contexto em que o conhecimento é produzido, o que lhe dá sentido; fazemos a relação entre o todo e suas partes, que se traduz na ideia do holograma; mostramos a complexidade dos conhecimentos, ou seja, aquilo que é tecido junto e, por fim, revelamos sua multidimensionalidade, ou seja, que ele comporta dimensões físicas, biológicas, sociais etc.

Quando junto estes pressupostos e penso numa ação formativa que aproxima diferentes docentes, com formações e experiências diversas, em torno da compreensão da “Grande História”, essa trama de elementos levam este estudo a *identificar que potencialidades e limitações são apontadas pelos professores no trabalho com a “Grande História” em sua atuação docente, de forma que ela seja eixo articulador tanto de campos de conhecimentos quanto de práticas profissionais.*

A partir deste foco de investigação, apresento pontas soltas que se amarram em torno da maior:

- 1 - avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto;
- 2 - identificar desafios e dificuldades que os/as docentes participantes do curso apontam para o trabalho com a “Grande História”, quando pensada em seus espaços de trabalho;
- 3 - identificar aspectos que necessitam ser contemplados, segundo os/as participantes, nos cursos de formação docente, de modo a permitir o trabalho dentro da proposta da “Grande História”; ou na provocação de Morin, quem e como se educa os educadores;
- 4 - avaliar, na óptica dos/das professores/as participantes, em que medida a “Grande História” dá pertinência aos saberes que ela trata, ou seja, situa-os num contexto.

5.2 Caçando fragmentos

Para a coleta dos fragmentos que possam auxiliar a responder a tais propósitos, no decorrer do curso os/as professores foram solicitados/as a responderem a perguntas dissertativas que versavam sobre tais aspectos. Elas estiveram distribuídas ao longo das semanas, ainda que em nem todas houvesse esse tipo de questão.

Vale ressaltar que no decorrer do curso, os/as participantes não foram informados a respeito do objetivo deste estudo. Assumi esse procedimento por entender que se explicitasse a eles o interesse em compreender suas visões a respeito da “Grande História”, eventualmente pudessem oferecer respostas direcionadas ao que estava em busca. Optei por apresentar tais objetivos somente na última semana de curso, ocasião quando pedi a eles/elas autorização para uso das respostas dadas ao longo do processo. Para isso, aquele(a) que permitisse o uso, deveria assinar eletronicamente o Termo de Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1) disponibilizado na própria sala do ambiente virtual.

No total, foram 11 perguntas apresentadas no decorrer do curso, as quais detalharei a seguir, indicando que funções julgo que tiveram:

Pergunta 1: Tratou-se de uma questão apresentada na primeira semana do curso, numa espécie de sondagem de conhecimentos prévios. Para isso, solicitei aos participantes que buscassem estabelecer o máximo de relações acerca de um dado objeto. Escolhi, para isso, a imagem de uma taça com vinho. O propósito de tal pergunta se alinha a um dos objetivos específicos, ou seja, avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto; no caso, a taça com vinho.



Descreva com o máximo de detalhes o que você vê. Depois disso, descreva o máximo possível de relações que você consegue estabelecer entre os elementos que compõem o que você vê na imagem (Exemplo: relações entre o vidro, a taça, o vinho, a uva etc). A resposta é livre e não há certo ou errado.

Pergunta 2: No decorrer das quatro semanas seguintes do curso, não houve questões dissertativas. O motivo para tal lacuna é para que os/as professores pudessem seguir com o curso e, supostamente, começassem a perceber relações entre diferentes campos de conhecimento, na medida em que os “nós” de complexidade fossem avançando. Portanto, optei por apresentar a segunda pergunta somente na 5ª semana (Nó – Vida).

A pergunta traz em si, novamente, a possibilidade de olhar para um tema e enxergar nele (ou não) o potencial de integrar diferentes campos de conhecimento. Pondero que o tema “Vida” tem esse potencial, pois para entendê-la, necessitamos de um conjunto de conhecimentos que se inter cruzam. Justamente por isso, é que indaguei os/as participantes a respeito dos desafios que eles/elas julgam ser superados para rompermos com a especialização dos saberes em prol de um olhar integrador, ou seja, articular diferentes campo de conhecimento.

Como cidadãos, parece que perdemos o direito ao conhecimento, pois quanto mais especializado ele se torna, menos dele entendemos, não é mesmo? Veja o caso da “vida”: os químicos entendem dos elementos químicos e das reações entre eles; os físicos, das forças que mantêm a matéria unida; os biólogos de como os sistemas vivos se organizam e se reproduzem. Mas como e quando essas áreas se juntam para explicar o que é vida?

Pensando nisso, comente: o que poderia ser feito para que especialidades consigam compartilhar um espaço em torno de um tema, que não é exclusividade de nenhuma delas, como é o caso da “vida”?

Na semana 6 estiveram presentes três questões (3, 4 e 5) que buscaram instigar os/as participantes a refletirem sobre aspectos que necessitam ser contemplados nos cursos de formação, de modo a permitir o trabalho dentro da proposta como a da “Grande História”.

Pergunta 3: Esta pergunta retomou algumas das áreas de conhecimento que atravessam a narrativa do curso e indagou os/as docentes a pensarem em que medida elas apareceram em suas formações iniciais.

Se você atua como docente, é porque tem uma formação em nível superior, não é mesmo? (ou está em um curso de formação se preparando para tal). Nesta questão, vamos refletir um pouco sobre nossas formações e a proposta de um curso como o “O Universo e(m) nós”. No decorrer do curso, atravessaremos, em maior ou menor medida, as seguintes áreas: Astrofísica, Cosmologia, História antiga, Arqueologia, Ecologia, Antropologia, Artes, Paleontologia, Genética, Química orgânica, Evolução, Política, Termodinâmica, Geologia, Bioquímica, Astrobiologia e Economia.

Vamos refletir sobre isso. Para tanto, responda: qual é (ou quais são) sua formação em nível superior?

Pergunta 4: O propósito com tal pergunta foi confrontar a formação inicial dos/das docentes com os diferentes campos de conhecimento apresentados pelo curso.

Que avaliação faz da formação acadêmica oferecida nas faculdades/universidades frente ao trabalho com a proposta do “O Universo e(m) nós”?

Pergunta 5: Por fim, ainda com a última questão da semana 6 busquei identificar sugestões, na visão dos/das cursistas, de prováveis caminhos a serem tomados pelos cursos de formação, de modo a pensarem em propostas integradoras de conhecimentos.

O que sugere para que os cursos de formação contemplem uma proposta como a do curso “O Universo e(m) nós”?

Na sétima semana de curso, os/as participantes foram solicitados a pensarem como aspectos da vida cotidiana podem ser tecidos numa teia de relações, possivelmente, nem

sempre entendidas de maneira articulada. É a relação entre a parte o todo, que pode ser prejudicada quando perdemos a visão sistêmica de mundo. Numa sequência de duas perguntas (6 e 7), os/as docentes foram provocados/as a pensarem a respeito.

Pergunta 6: Com esta questão, o intuito foi desafiar os/as professores(as) a estabelecer relação(ões) entre dois elementos aparentemente distintos. Tomei para isso um par de tênis e refugiados venezuelanos.

Quando olhamos dois elementos presentes em nossa vida, aparentemente podemos achar que eles não têm nada em ver um com o outro. Pois bem! Desafio você a pensar que relações são possíveis de serem estabelecidas entre um **par de tênis** e a crise de **refugiados venezuelanos**, os quais têm cada vez mais adentrado o território brasileiro. Descreva quantas relações forem possíveis, ok? Boas reflexões!

Pergunta 7: A pergunta que apresentei na sequência trazia, justamente, possibilidades de conectar o par de tênis aos refugiados venezuelanos, usando o exemplo de uma personagem fictícia chamada Vânia. O propósito, aqui, foi analisar suas opiniões sobre como as partes podem relacionar-se ao todo e vice-versa, captando suas opiniões sobre tais relações na vida cotidiana.

Analisar a seguinte situação, que retrata um dia na vida de Vânia, uma cidadã do mundo:

“Hoje saí correndo para o trabalho. Vesti uma calça jeans comprada numa loja do centro, que provavelmente foi fabricada no bairro do Braz, na cidade de São Paulo, e trazida por um comerciante que abastece suas mercadorias mensalmente indo lá. Ela deve ter sido costurada por um colombiano, que vem buscar condições melhores de vida aqui no Brasil.

Pego o ônibus no ponto da esquina, e ele é movido a biodiesel, que usa metanol em sua produção. Ele é importado da Venezuela pelo governo brasileiro, país vizinho da Colômbia, de onde deve ter vindo a costureira da calça e onde tenho ouvido falar que a situação está muito ruim.

Estou atrasada e confiro o horário em meu celular, fabricado na zona franca de Manaus, mas feito com componentes produzidos em uma pequena fábrica na China e enviado ao nosso país por meio de navios, que também usam biodiesel. O motorista do coletivo parece nervoso e buzina para os carros. Ele reclama do cansaço, pois trabalha além de sua capacidade, algo que não estava acostumado quando vivia no campo, mas que teve de deixar por conta das queimadas que arrasaram a vegetação e dificultaram o cultivo. O clima de fato está mudando, e a emissão de gases, como o liberado pelo escapamento do motor do ônibus, além das chaminés dos navios, ajudam a potencializar tais mudanças.

Desço também às pressas, e nem reparei numa poça d’água gerada pelo vazamento de um cano que a prefeitura não arrumou. Dizem que estão com falta de fiscais, pois eles estão trabalhando no centro, fiscalizando trabalho escravo em lojas de confecção. Sem querer, pisei na água e molhei meu tênis. Sentei numa mureta para tentar secá-lo. Nunca tinha visto que em seu interior tinha uma etiqueta escrita “Made in Korea”. Sei que é um país do outro lado do mundo, dividido entre Coreia do Norte e do Sul. Deve ter vindo do Sul, pois a do norte é comandada por um ditador e que segue um tal de socialismo. Já ouvi que é parecido com as ideias do presidente da Venezuela, país de onde veio quem costurou minhas calças. Ainda bem que a sola do meu tênis é de plástico e evitou maiores danos. Já li que o plástico é feito de petróleo. Parece que o preço vem caindo nos últimos anos, e isso ajudou a agravar a crise na Venezuela, que tem grande parte de suas riquezas ligadas à venda desse produto. Por isso muita gente tem deixado o país. Alguns até vêm para grandes centros e vendem produtos na rua. Esse tênis mesmo, que já está quase seco agora, comprei de um venezuelano, que vendia também guarda-chuvas. Quase foi pego por um fiscal, e só não foi porque eles estavam atrás de trabalho escravo. Muita gente deixa a roça e vem para se sujeitar a essas condições. Calço de novo meu tênis e sigo meu dia. Final da tarde, encontrarei de novo com o mesmo motorista. Espero que esteja mais calmo.”

A partir da história de um dia na vida de Vânia, reflita sobre a relação entre o todo e as partes e de que como percebemos (ou não) tais relações.

Na semana 8 apresentei duas questões (8 e 9), sendo uma delas a retomada da pergunta 1, respondida na primeira semana de curso. Novamente aqui, o intuito foi verificar em que medida eles/elas puderam avançar no estabelecimento de relações, caminhando na direção de uma visão mais sistêmica a respeito do entorno.

Pergunta 8: Nesta situação, solicitei que, antes de respondê-la, o/a participante revisse o que havia respondido no início do curso, antes de reescrever as prováveis relações entre os elementos presentes na imagem.

Analise a figura a seguir.



No início do curso (semana 1), você foi solicitado(a) a escrever com o máximo de detalhes o que via. Retome sua resposta e releia o que escreveu. Agora, tendo passado por grande parte do curso, tente reescrever o que vê na imagem e estabelecer o máximo de relações entre os elementos que estão presentes nela.

Pergunta 9: Para esta pergunta, o intuito foi trazer a mesma descrição feita pelo físico Michel Cassé (MORIN, 2007, p. 69) a respeito da taça de vinho e provocar os/as docentes a refletirem sobre que sentido tal descrição fazia, na ocasião em que estavam quase concluindo o curso.

Depois de ter analisado a imagem, de tê-la descrito e também comentado sobre as relações entre seus elementos constitutivos, leia o fragmento abaixo, que descreve o que o astrofísico Michel Cassé respondeu a um famoso enólogo que lhe perguntara o que um astrofísico via em sua taça de vinho bordeaux. Ele respondeu:

“Vejo o nascimento do universo, já que vejo as partículas que se formaram nos primeiros segundos. Vejo o Sol anterior ao nosso, já que os átomos de carbono se formaram no interior da forja deste Sol que explodiu. Depois o carbono chegou nesta espécie de lata de lixo cósmica, que a origem da Terra. Vejo também a formação de macromoléculas. Vejo o nascimento da vida, o desenvolvimento do mundo vegetal, a domesticação da vinha nos países mediterrâneos. Vejo o desenvolvimento da técnica moderna que permite hoje controlar de forma eletrônica a temperatura de fermentação nas cubas. Vejo toda a história cósmica e humana nessa taça de vinho” (MORIN, 2007, p.69)

Que sentido faz para você a descrição de Michel Cassé, ao ser lida agora, ao final do curso “O Universo e(m) nós”, comparada se fora lida leitura antes do curso?

Na última semana do curso, os/as professores responderam a duas perguntas (10 e 11).

Pergunta 10: A intenção com tal pergunta foi identificar desafios e dificuldades que os docentes participantes do curso apontam para o trabalho com a “Grande História” se possivelmente levada para seus espaços de trabalho.

Que avaliação você faz a respeito da possibilidade de desenvolver com seus alunos algo na direção do “Universo e(m) nós” com seus alunos? Que aspectos positivos isso traria, assim como que desafios deveriam ser atravessados?

Pergunta 11: Por fim, com a última questão busquei avaliar, na óptica dos/das professores/as participantes, em que medida a “Grande História” dá pertinência aos saberes que ela trata, ou seja, situa-os num contexto.

Edgar Morin, filósofo francês, diz que um conhecimento é pertinente quando ele pode ser situado num contexto, ou seja, entendemos porque ele existe e que relação ele traz com o mundo ao seu redor. Que avaliação você faz do curso "O Universo e(m) nós" como possibilidade de dar pertinência aos diferentes conhecimentos trabalhados na escola?

5.3 Juntando os fragmentos

Ao buscar juntar os fragmentos, procurei aglutiná-los em categorias, que emergiam após a leitura inicial de todas as respostas indicadas, e da identificação de padrões e repetições. Essa estratégia é baseada na Análise de conteúdo, apresentada em Bardin (2016).

Apresentarei uma análise quantitativa a respeito do percentual de respostas presentes em cada categoria criada, assim como uma discussão qualitativa a respeito dos dados obtidos. Para exemplificar cada categoria, selecionei algumas respostas ou fragmento delas que ilustram o tipo de pensamento expresso. Preservei a grafia das palavras, assim como não fiz nenhuma correção gramatical, transcrevendo as respostas da forma como foram registradas. Cada resposta foi identificada pelas letras iniciais do nome do/da participante, de modo a preservar sua identidade. Aqueles/as que não autorizam o uso de suas respostas foram automaticamente excluídos do banco de dados.

5.3.1 Avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto.

Para explorar esse tópico, tomarei como dados as respostas das perguntas 1, 2, 6, 7 e 8.

O primeiro aspecto investigado foi, por meio da primeira questão, identificar que relações os/as participantes conseguiam estabelecer entre os elementos presentes na imagem da taça com vinho. Apesar de a pergunta solicitar que descrevessem o máximo de detalhes possíveis da imagem, isso foi pedido com o intuito de provocá-los/as a olhar a imagem com o máximo de cuidado para, a partir daí, estabelecer as relações, que foram o cerne da questão.

A partir das respostas obtidas, 227 no total, organizei suas respostas em dois blocos: no primeiro, quando só aparecem relações criadas isoladamente para cada um dos elementos da imagem, ou seja, para o vinho, para a taça ou eventualmente para outro aspecto ressaltado. No segundo bloco, aglutinei respostas que indicavam relações interligando os aspectos listados, em especial, o vinho com a taça, ou seja, foquei na(s) interrelação(ões) criadas entre estes aspectos.

Para cada um destes blocos, propus uma escala organizada da seguinte forma:

Relações isoladas para algum elemento da imagem:

Nível zero – somente descreve os elementos da imagem.

Nível 1 – somente apresenta a relação que já está presente no próprio enunciado, ou seja, o vinho se relaciona com uva e a taça se relaciona com vidro, por exemplo.

Nível 2 – apresenta, pelo menos, duas relações para algum elemento da imagem.

Nível 3 – apresenta mais do que duas relações para algum elemento da imagem.

Conexão(ões) entre elementos da imagem:

Nível 1 – apresenta uma conexão entre elementos da imagem.

Nível 2 – apresenta duas conexões entre elementos da imagem.

Nível 3 – apresenta mais do que duas conexões entre elementos da imagem.

No primeiro grande bloco estiveram reunidas 48% do total de respostas, sendo 16% do total classificadas no Nível zero, ou seja, naquele em que os/as participantes se limitaram apenas a descrever o que já estava presente na imagem, sem acrescentar elementos que pudessem estabelecer relações com outros aspectos. Destaco, a seguir, alguns exemplos de respostas.

MGS - Vejo uma taça alta de vidro transparente com vinho tinto até a sua metade em um fundo branco.

LOAA - Vejo uma taça de vidro transparente oval, com vinho tinto até a metade se destacando pelo fundo ser branco. A superfície do vinho reflete na taça, a transparência da parte inferior da taça é mais escura que a parte que comporta o vinho.

RCJJ - Vejo uma taça de vidro ou cristal transparente, há uma base para sustentação, com um fino e comprido "pé" que dá charme e elegância a peça. Da metade para cima, seu corpo é arredondado e com um espaço para colocar bebidas, não há tampa, sua borda é mais estreita que seu meio. Dentro desta taça há uma bebida de cor avermelhada, ocupando metade do espaço. Poderia ser qualquer bebida (licor, suco, vinho...), mas culturalmente usamos este tipo de utensílio para vinhos. Consegui observar o que tem dentro da taça, pois é feito com material que permite esta visualização, vidro ou cristal, ou ainda poderia ser um acrílico. Mas pela nitidez e brilho da imagem, acredito ser vidro ou cristal.

MPGB - Um recipiente em formato de taça, material parecido com vidro, liso, transparente, sem detalhes. Menos da metade do recipiente está preenchido com um líquido cor vinho de aspecto agradável.

NF- O que vejo é uma linda taça de vinho no formato de uma tulipa. Dentro da taça um líquido roxo avermelhado, que aparentemente seja vinho.

ESR - Vejo um vinho de uma determinada uva vermelha/preta acomodado em formato, volume e dimensões em uma taça de plástico/vidro comum/cristal. Também observo que existe alguma coisa submersa no vinho, com base em algumas diferenças de cores, principalmente, na parte esquerda.

No Nível 1 estiveram presentes 26% do total das respostas. Nele, a relação do vinho com a uva e da taça com o vidro é a mais evidente, num primeiro olhar. Via de regra, os/as professores/as tomaram esse exemplo, que estava presente no próprio enunciado, e que foi colocado para ajudá-los/as a entender a respeito de que tipo de relação se estava buscando explorar.

GASA - Um recipiente para líquidos, com uma base achatada, seguida de um vidro estreito até um copo que o formato lembra uma gota, porém sem o topo. O objeto é de

vidro, aparentemente de espessura fina, que facilmente se quebraria com um impacto descuidado. É uma taça. Dentro da taça, há um líquido escuro que o preenche à metade de sua capacidade. O líquido escuro provavelmente é um vinho, o qual em sua fabricação é utilizada a uva e o álcool.

LAO - Uma taça de vinho. O vidro foi moldado e formou a taça. A uva foi utilizada para a formação do vinho. A taça está pela metade [...].

MOFL - Consegui estabelecer possíveis relações entre a taça que passou por transformações, com isso adquirindo um material chamado vidro. Assim como a uva se transformou em vinho através de transformação.

RCSC - Inicialmente a imagem que visualizo do ponto de vista material é composta de uma taça aparentemente de vidro e no seu interior apresenta um líquido de coloração rosa muito intenso lembrando a coloração da uva. em relação à taça podemos pensar em vários tipos de materiais tais como vidro comum, cristal, plástico, vidro temperado. em relação ao líquido- pode ser suco de uva, frutas vermelhas, vinho de várias variedades de uva ou até mesmo suco artificial ou suco natural de beterraba [...].

MC - Na imagem, é possível observar um fundo branco com uma taça de vidro, essa taça é composta pela base, pela haste de aproximadamente 5 centímetros e pelo cálice. No cálice contém um líquido avermelhado que ocupa a metade da sua capacidade. Aparentemente, o líquido contido no cálice é vinho tinto, devido à sua coloração, e devido ao fato de que utensílios iguais a esse são utilizados com essa finalidade. O vinho é tinto por causa da variedade das uvas que são cuidadosamente selecionadas para a fabricação desta bebida.

Avançando na quantidade e qualidade das relações estabelecidas para a taça e o vinho, os dois elementos mais evidentes da imagem, somente 4% dos/as participantes trouxeram mais uma associação, via de regra, além daquela relacionada com o vidro e a uva, conforme presentes no nível 1. Eles foram classificados em Nível 2.

MLC - As relações que consigo estabelecer entre os elementos que compõem o que vejo na imagem, entre o vidro, a taça, o vinho e a uva, são as seguintes: - o vidro é elaborado

a partir de um elemento natural encontrado no planeta Terra (a areia); - a taça é fabricada a partir do vidro (relação com o desenvolvimento da indústria); - o vinho é elaborado a partir de uma fruta que se desenvolve no planeta Terra (a uva); - a uva é cultivada pelo homem (relação com o domínio da agricultura) [...].

TAAD - [...] Todos, taça, vinho, uva e ambiente são frutos da interferência humana carregada de conceitos científicos.

JPSJ – [...] Se entendi bem as relações presente que temos na imagem é: com relação a taça de vidro que possui como matéria prima a areia, está que conceituada como um mineral, em sua maioria de quartzo que provavelmente foi formado durante a Terra primitiva. O vinho que é derivado da uva, este é um fruto de uma planta chamada de videira de origem asiática, cultivada a aproximadamente 7 mil anos.

VZS - Vejo uma taça de vidro com vinho quase pela metade, com a outra metade preenchida por gases. Preenchendo um espaço no universo. O vinho só está na taça graças ao dióxido de carbono e a água presente no meio ambiente (juntamente com luz), que permitiu que a videira realizasse fotossíntese, permitindo o nascimento das uvas para a produção do vinho. Graças a água e o vento permitiu que a ocorresse a erosão de rochas, formando a areia. Permitindo juntamente com outras matérias-primas do ambiente, que se fizesse a taça de vidro [...].

LPN – [...] Quanto à quantidade, esta da imagem se constitui em "um cálice" de vinho, quantidade está até indicada pelos médicos para que seja saudável ao corpo humano, por conta das propriedades extraídas da uva no processo de fermentação. Este cálice seria a quantidade diária de consumo da bebida para que a quantidade de álcool não passe a prejudicar a pessoa que o consome. Outra remissão que posso fazer ao ver tal imagem é em relação aos lugares em que se produz vinho e logo, penso na serra gaúcha, no Brasil. Conheço Garibaldi e Bento Gonçalves, lugares onde há muitas vinícolas, as quais possuem vinhos de qualidade, por conta do clima e do tipo de solo, segundo os especialistas [...].

Apenas 2% das respostas trouxeram mais do que duas relações para os elementos da imagem, ou seja, classificados como nível 3, conforme exemplos abaixo:

IRM – [...] As relações que consigo fazer: este objeto ocupa um lugar no espaço, produzido com recursos da natureza, uma necessidade (evolução) humana e uma bebida saborosa.

RLB – [...] Do que supostamente vejo, sei que o vinho é uma bebida que faz parte da cultura, muito apreciado há muito tempo. A uva tem diversos benefícios à saúde, libera endorfina, faz bem ao coração. No entanto, tem teor alcoólico, que pode trazer alguns prejuízos ao ser humano. Como existem uvas de diversas qualidades, os vinhos também são variados, assim como o teor alcoólico. A diferença de preço também é gritante entre os vinhos.

No bloco daqueles que estabeleceram conexão(ões) entre elementos da imagem, ou seja, que estabeleceram interrelações entre vinho e taça, por exemplo, estiveram 52% do total de respostas. A maior parte das respostas, 37% do total, estiveram alocadas no Nível 1, ou seja, apresentam uma conexão entre elementos da imagem. Foram desde os físicos (ocupam massa, sofrem ação da gravidade, da pressão...), passando pelos químicos (são feitos do mesmo material, são feitos de átomos, são frutos da transformação da matéria...), pelos tecnológicos (a taça de vidro é um artefato próprio para vinhos), até os sociais (são produtos da ação do homem).

CMM – [...] A forma da taça também deve estar relacionada a uma melhor degustação do vinho: o pé mais longo para não segurar direto no copo e interferir na temperatura; a boca mais estreita para sentir o cheiro e o sabor do vinho; a coloração e o sabor do vinho estão relacionadas ao tipo de uva, a safra, ao tipo de produção, ao armazenamento.

KHK – [...] Os objetos externos não tem essência, vacuidade, são apenas conjuntos de matérias, logo não existe uma relação entre os elementos presentes na imagem, exceto o fato de serem todos matéria [...].

RAS – [...] A relação que observo é que por ser bastante transparente possibilita ver a tonalidade do líquido, essa tonalidade nos dá dicas sobre o tipo de uva da bebida. A grande abertura superior da taça de corpo grande, faz com que se libere o aroma do vinho.

RBP – [...] O afunilamento na parte superior da taça serve para conduzir o aroma até àquele que vai degustar. O vidro da taça deve ser fino e totalmente transparente para se possa fazer a análise visual do vinho - teor alcoólico, açúcares, entre outros. A cor do vinho indica a uva que foi utilizada.

RGM – [...] Relaciono o vinho com a uva... a taça de vidro nesse formato com o vinho... não consigo imaginar tomando vinho em um copo de plástico... precisa necessariamente ser de vidro pra não alterar o sabor do vinho... e o formato da taça também.

RCMSC – [...] Relação vinho-taça: o líquido está em um recipiente em que não se misturam, então existe uma relação que apresenta uma fronteira e este é inerte. (à nível molecular poderíamos considerar a estrutura química do vidro como sendo a mistura de óxidos inorgânicos não voláteis resultantes da decomposição e da fusão, principalmente, de compostos alcalinos, alcalinoterrosos e de areia, formando um produto final com estrutura atômica desorganizada). A uva, tanto seu suco como o vinho, contém misturas de vários compostos químicos, que constituirão seu aroma e sabor. Ao serem colocados em um sistema inerte, um não interfere no outro. E de um outro ponto de vista, existe ar, nos mostrando a taça cheia (parte do suco ou vinho e parte do ar).

MRSA – [...] Por mais que sejam elementos totalmente diferentes, o vidro da taça e o vinho possuem origens em comum.

VRCO – [...] Ambos, taça e vinho, são resultado da evolução humana e prol de suas necessidades.

ASS – [...] A taça foi fabricada utilizando o vidro. Este por sua vez foi produzido a partir de areia e do calor. Essa mesma areia fez parte do solo onde a planta que deu origem à uva foi plantada [...].

TFV – [...] Tudo em si, se relaciona de certa forma, uma harmonia podemos dizer, e em tudo vemos o trabalho humano. A relação da existência da taça, ao vinho nela colocado, temos ali a presença do homem.

Exigindo mais relações entre os elementos, o percentual do total de participantes que estabeleceu duas conexões entre elementos da imagem, ou seja, Nível 2, caiu para 13%. Via de regra, é a associação de dois aspectos dentre os presentes no nível 1.

MP - Na imagem, eu vejo uma taça, provavelmente de vidro, contendo vinho somente no seu fundo. As relações que me vêm à cabeça, são principalmente relacionadas à matéria prima e evolução. Explicando melhor, penso em como a uva, uma fruta pura e de preço acessível, sofreu processos até se tornar uma bebida alcoólica de preço variável que pode ser alto, sendo o fruto uma matéria prima, assim como a areia também é uma matéria prima quase sem valor que sofreu alterações para ser transformada de um grão até algo resistente e de muita utilidade como o vidro. Concluindo, essa imagem me remete a como tudo e todas as coisas são frutos de uma evolução complexa e como até mesmo o que parece sem valor pode se tornar algo belo, maior e desejado.

*TVB - * Uma taça transparente, provavelmente de vidro, contendo um líquido vermelho escuro, provavelmente alguma bebida à base de uva (vinho ou suco de uva). O líquido não chega a preencher metade do volume da taça. O objeto está disposto em um fundo branco. * O VINHO é obtido a partir do processamento da UVA. * VIDRO conformado em uma forma específica é chamado de TAÇA. * Tanto o VINHO quanto a TAÇA são produtos obtidos por processamento de outros materiais pela ação do homem. * O VIDRO da TAÇA e o VINHO/UVA são formados por elementos químicos.*

LSL – [...] Pensando nas relações entre o vinho e a taça de vidro, a primeira coisa que me vem a mente é que ambos são matéria, logo ocupam espaço e possuem massa. E como consequência são feitos de átomos. Além disso, poderia inferir sobre a origem desses elementos na imagem, isto é, como o vidro foi produzido até chegar no formato de taça (o que obrigatoriamente implica em uma tecnologia inventada pelo ser humano). E também como o vinho é processado desde a uva para chegar nesse líquido tão cobiçado por grande parte da população e que possui um status social (diferentes tipos de vinhos para diferentes extratos de classes).

DOB - Vejo a imagem de uma taça de vidro com vinho dentro, o vidro que tem como um dos elementos principais a areia para sua produção, o vinho que é feito da uva e passa também por um processo de produção bem específico até que seja ideal para o consumo.

Esses elementos citados, então presentes na natureza e foram modificados pela mão humana dando origem a novos elementos como a taça de vidro e o vinho.

MGS – [...] A relação é que todos os elementos vistos passaram por algum processo de transformação até chegar ao produto final e foram retirados da natureza.

RCJJ – [...] Tanto a taça quanto o vinho, são feitos com materiais extraídos do meio ambiente, do Planeta Terra. Contudo ambos precisam da ação do homem, transformação da matéria prima para nosso consumo.

DAP - Vejo uma taça feita de vidro que é composto por elementos minerais presentes no subsolo. O vinho é oriundo da uva que foi plantada no solo, ou seja, também vem de elementos da natureza que usamos e denominamos como recursos. Ambos transformaram-se no que são (vidro em formato de taça e vinho) através do trabalho humano.

Por fim, apenas 2% do total de respostas associaram mais do que duas conexões entre elementos da imagem, via de regra, combinações dos diferentes aspectos que listei no nível 1.

LCAS – [...] Todos os elementos da imagem são compostos por substâncias químicas que diferem entre si na origem (vegetal, mineral), aparência, forma, cor, sabor, cheiro, composição química (orgânicos e inorgânicos) e nos estados físicos em que se apresentam à temperatura ambiente (sólido, líquido, gasoso). Porém, há semelhanças entre elas. Uma semelhança é que todos os elementos da imagem sofreram a ação humana [...].

IEM – [...] As relações que consigo fazer: este objeto ocupa um lugar no espaço, produzido com recursos da natureza, uma necessidade (evolução) humana e uma bebida saborosa.

JNP – [...] O que está relacionado à imagem é a produção (mão de obra e maquinário) para a produção da taça, os materiais envolvidos no processo como a sílica, as relações de trabalho e sociais envolvidas no processo de produção tanto da extração das matérias

primas para a produção do vidro, da taça, do plantio e manejo da uva, da produção do vinho, as relações comerciais, a propaganda para a comercialização da taça, do vinho e do consumo desses produtos.

GNP - A imagem mostra uma taça, aparentemente em repouso sobre uma superfície, contendo um líquido. Vou assumir que a taça é feita de vidro e o líquido é vinho. Sobre as relações presentes no sistema "taça + vinho", podemos estabelecer que há (ou pode haver): - interação gravitacional entre a taça e o líquido; - pressão exercida pelo líquido sobre as paredes da taça (além da pressão atmosférica, no caso de esse conjunto; - interações intramoleculares e intermoleculares na taça, no líquido - processos químicos no líquido protagonizados por componentes do vinho com ou sem participação de agentes biológicos.

De maneira geral, o que pude perceber é que os/as professores/as não apresentam, em sua maioria, uma ausência de visão sistêmica, se assim poderia chamá-la. Excluindo o percentual daqueles/as que se prenderam única e exclusivamente a descrever partes da imagem e não as relacionarem entre si, os resultados mostraram que maior parte deles/as estabelece relações, ainda que sejam limitadas a um aspecto, como é o caso de associar o vinho à uva e a taça ao processo de fabricação do vidro. Quanto a associar os elementos entre si, a mais comum foi a tecnológica, ou seja, relacionaram a taça a um recipiente que tem características próprias para analisar e degustar vinho. Julgo que são importantes pontos de partida e que podem ser expandidos para visões mais abrangentes e interconectadas.

Aproveitando a mesma ideia, apresentarei agora a análise da mesma questão, porém rerepresentada na oitava semana de curso, após terem passado por todos os “nós” de complexidade. Tratou-se da pergunta de número oito. Para ela, foram obtidas 113 respostas, novamente organizadas em dois grandes blocos.

Relações ainda isoladas para algum elemento da imagem.

Nível zero – somente descreve os elementos da imagem.

Nível um – somente apresenta a relação que já está presente no próprio enunciado, ou seja, o vinho se relaciona com uva e a taça se relaciona com vidro, por exemplo.

Nível 2 – apresenta, pelo menos, duas relações para algum elemento da imagem.

Nível 3 – apresenta mais do que duas relações para algum elemento da imagem.

Conexão(ões) entre elementos da imagem.

Nível 1 – apresenta uma conexão entre elementos da imagem.

Nível 2 – apresenta duas conexões entre elementos da imagem.

Nível 3 – apresenta mais do que duas conexões entre elementos da imagem.

No primeiro grande bloco de respostas, ou seja, daqueles que apresentaram relações, porém isoladas a respeito de algum dos elementos da imagem, estiveram concentradas 37% do total de respostas, assim distribuídas nos distintos níveis.

Do total de respostas, ainda 15% delas estiveram restritas à descrição da imagem ou trouxeram aspectos que não se relacionaram ao que fora apresentado (nível zero), conforme ilustram as respostas a seguir:

ECHW - Vejo uma tasa de vinho, é tinto, só não dá para identificar se o vinho é suave ou seco. Nem a qualidade do vinho se é bom ou ruim. Também não dá para saber quem vai tomar se é homem ou mulher. A tasa de vinho está flutuando não tem uma base.

MMP - Vejo um objeto aparentemente de vidro. Esse objeto tem uma base larga e achatada, seguido de uma aste alta e fina e em seguida abre-se um bojo bastante largo, com ligeiro fechamento das bordas. Dentro desse objeto tem, aparentemente, um líquido escuro cheio até um pouco abaixo do meio que se assemelha a vinho. Na superfície desse líquido forma-se, pela ação da claridade e pelo formato do recipiente, um círculo ligeiramente luminoso.

CCN - Vejo uma taça com vinho.

Sete por cento das respostas estiveram neste nível 1, ainda presos a aspectos presentes na própria questão, segundo os exemplos apresentados:

POB - Na imagem aparece uma taça, esta é feito de vidro, que é feito a partir da mistura de diferentes matérias primas naturais, que passam pela ação da alta temperatura, pelas mãos do homem para conseguir chegar ao formato de taça. Enquanto o vinho, vem da

uva que é planta, colhida, fermentada por um longo processo, que é feito pelo homem, para que assim possa ser apreciado.

GNS - Vejo um processo de evolução, da areia, calcário, carbonato de sódio e outros elementos foi feito o vidro. E o líquido escuro que parece ser vinho, veio das plantações de parreira.

Apenas 4% dos(as) participantes apresentaram relações isoladas, mas ao menos duas para algum aspecto da imagem (nível 2), conforme ilustram as respostas a seguir:

JPSJ - Vejo uma taça com vinho, onde a taça foi fabricada por vidraceiro a partir do vidro que possui como matéria prima a areia, um mineral que em sua maioria é constituída de quartzo que provavelmente foi formado por processos geológicos ao longo de milhares de anos. Já o vinho, é uma bebida fabricada em vinhedos a partir da uva, que é um fruto de uma planta chamada de videira de origem asiática, cultivada a aproximadamente 7 mil anos.

LCCT - Uma taça feita de elementos presentes na natureza, tais como quartzo, presente na areia... E o vinho ou suco de uva, foi produzido utilizando uvas, água e mão de obra.

AIMM - Na foto podemos observar que há uma taça de vinho, vinho que é feito de uva, que é um produto da agricultura produzido desde da antiguidade e deu origens a novas bebidas, sendo cultivado em vinícolas, em diferentes locais graças a evolução tecnológica, seja na região da Toscana na Itália ou no nordeste brasileiro. O vidro é feito a partir do aquecimento da areia, além de constituir os mais diferentes objetos para a sociedade e construção de determinados comportamentos sociais. O vidro também é um objeto reciclável e pode ser passível de ser transformado.

Por fim, 11% das respostas trouxeram, ao menos três relações para algum aspecto da imagem (nível 3), ainda desconectados de um contexto mais amplo, segundo revelam os exemplos a seguir:

MGM - Vejo uma taça contendo vinho tinto em uma quantidade razoável para ser ingerido durante alguma refeição ou sem qualquer alimento para acompanhar. Este

vinho foi produzido a partir de uvas rosadas ou roxas que podem ser cultivadas em diferentes regiões, desde que haja condições favoráveis para o seu desenvolvimento, como solo e quantidade de água disponíveis favoráveis. Essas uvas podem ser produzidas por grandes agricultores ou por famílias tradicionais que cultivam esse tipo de uvas. A produção do vinho pode ser industrial, envolvendo máquinas e pessoas distintas que realizam funções específicas dentro de fábricas, como a fase de retirar o suco da uva, a fermentação e o envase. Pode também ter origem artesanal, como os vinhos que são produzidos através da cultura de espremer as uvas com os pés, normalmente relacionadas a famílias descendentes de europeus, que confere ao vinho um caráter mais especial e agrega valor ao produto. Esse vinho pode ter o sabor adocicado ou seco, de acordo com a quantidade de açúcar presente na própria uva e também acrescentado na produção. De acordo com a refeição a ser consumida, a pessoa que irá consumir essa bebida irá escolher o sabor que combina melhor. O vidro é normalmente produzida utilizando areia, por indústrias ou por pessoas de comunidades que se especializam nesse tipo de produção. Nas indústrias a produção é em larga escala e envolve diferentes pessoas que realizam funções desde a produção do vidro até sua embalagem. Se for produzida de uma maneira artesanal envolve detalhes de maior valor. A areia da qual se produz o vidro pode conter elementos de diferentes origens, até mesmo de partes distintas do espaço. O consumo desse vinho pode ocorrer em dias e locais quentes ou frios, o interessante é o sabor agregado a essa bebida.

CMM - Acredito que com o passar do curso, pensamos agora em outras relações. Começando pelo copo desde a fabricação até chegar na mesa do consumidor: a extração da matéria-prima (areia), do uso do calor nos fornos (carvão) para derretimento dessa matéria; o gasto de água nas etapas de fabricação; a utilização da força humana para a modelagem do copo; a questão da energia empregada nesse processo; a relação de compra e venda desse produto; as formas de utilização da taça. Em relação ao vinho: o plantio da uva; a variedade a ser plantada; as técnicas empregadas nesse cultivo; o uso de fertilizantes; o gasto de água na lavoura; as consequências para o ambiente; a força humana empregada nessa produção; a colheita; o tipo de produção do vinho (artesanal ou industrial); o uso de máquinas (industrial) e as implicações: gasto de água; consumo de energia elétrica; tempo de fermentação do vinho; profissionais envolvidos; envase; a questão da energia (entropia) no processo; comercialização do produto. Se for artesanal:

o emprego da força humana; o gasto de água; a forma de armazenamento; o envase; a energia envolvida em todas as etapas; a comercialização.

No segundo grande bloco de questões, ou seja, para aqueles/as que trouxeram conexão(ões) entre elementos da imagem, estiveram concentradas 63% do total de respostas, assim distribuídas entre nos níveis 1, 2 e 3.

No total de respostas que estabeleceram relações, 24% delas apresentaram ao menos algum aspecto que mostra conexões entre elementos presentes na imagem (nível 1). Percebi que, em contrapartida às respostas do início do curso, que o aspecto mais evidente era acerca de aspectos tecnológicos ou sociais, atribuídos à taça como um recipiente adequado para servir vinho, nessa etapa final os(as) participantes focaram mais em apontar a energia como o elemento que interliga os constituintes da imagem. Apesar dessa relação ter se destacado, outras estiveram presentes, como a origem comum de todos os elementos químicos em processos cósmicos e a ação humana interferindo neles, conforme exemplificam as transcrições a seguir:

RAS – [...] A relação que observo é que por ser bastante transparente possibilita ver a tonalidade do líquido, essa tonalidade nos dá dicas sobre o tipo de uva da bebida. A grande abertura superior da taça de corpo grande, faz com que se libere o aroma do vinho [...].

DATB - Na imagem vemos a ação do homem sobre os elementos da imagem. Desde a taça, confeccionada pelo homem até o vinho, também produzido pelo homem. Mesmo havendo a ação do homem, este agiu sobre elementos da natureza.

CH - A taça e o vinho estão em constante transformação. A transparência e a sutileza dependem de quem as vê. Agregar experiências move a jornada.

MMMM - Vejo uma taça de vidro transparente com vinho tinto pela metade em um fundo branco. A relação máxima que eu consigo estabelecer entre estes componentes é o solo. O solo foi substrato para a germinação da semente da uva, matéria-prima do vinho. Ao mesmo tempo, a areia, que compõe o solo, também é a matéria-prima do vidro que foi utilizado para fazer a taça [...].

RFZ – [...] Em suma, e após as explicações repassadas neste curso, observo a grosso modo, que tanto a taça quanto o vinho, demandam muita energia para sua produção, logo entendemos o processo de entropia, quanto mais complexo mais será o uso de energia.

MLC - Agora, tendo passado por grande parte do curso, o que vejo na imagem e consigo estabelecer de relações entre os elementos que estão presentes na figura (taça de vinho), é de que: Praticamente tudo que está presente no planeta Terra necessita da energia proveniente do Sol (estrela).

ESCV - Após ter passado por quase todo o curso, é possível perceber que tudo é questão de energia. Para a produção da taxa, surgimento do vidro, cultivo da uva, maceração, enfim, tudo é necessário energia, "mão de obra" humana.

No nível 2 estiveram 20% das respostas que estabeleceram conexões entre aspectos apresentados. Via de regra, eles são combinações de mais de uma relação dentre as apresentadas no nível anterior, conforme ilustram os exemplos que seguem:

JLB - Vejo uma taça de vinho de vidro. Vidro é matéria prima extraída da natureza. o Vidro se processou na natureza com o decorrer dos anos, é um minério encontrado sob as rochas. Já o vinho é oriundo da fruta Uva, cultivada por agricultores, que assim como o vidro teve o seu surgimento no Universo no decorrer da história. São duas matérias primas exploradas pelo homem na natureza, que demandam energia para serem processadas até chegar à mesa do consumidor.

OMM - Agora as relações se tornaram mais claras pela perspectiva da grande história. Vejo o vinho, produzido da planta que fez fotossíntese, usando da fonte de energia solar, que também usamos para nos manter vivos. Vejo a taça, feita de vidro cristal. Na fabricação dela, foram usados componentes como sílica e óxido de chumbo, extraídos da natureza e processados. Nesse processo, de extração e fusão, foi dispendida muita energia (elétrica, humana), cuja fonte primária, considerando os ciclos de produção energética, continua sendo o Sol. Enfim, podemos dizer que a gravura é um exemplo de energia empacotada.

GASA - A imagem retrata uma taça transparente de vidro, preenchida pela metade com um líquido avermelhado escuro, o qual provavelmente é um vinho. A taça e o vinho provavelmente passaram por longos processos de fabricações, desde a extração da matéria prima, até chegar ao consumidor final, o que demandou energia de trabalho humano e maquinário para que essa produção e logística fosse possível.

EDS - Ao olhar a imagem da taça de vidro e o líquido (vinho ou suco da uva), percebo que ela remete a ações humanas. A taça de vidro em si e o que há dentro dela, foram feitos através na manipulação humana, utilizando-se da matéria-prima extraída não só do nosso planeta, mas da matéria que constitui o Universo.

LAM - Trata-se de uma taça meio cheia (ou meio vazia) de vinho. A taça utilizada é de vidro, que por sua vez é formada por sílica, que é o componente mais abundante na crosta terrestre. O vinho, por sua vez, é formado por açúcares, álcoois, ácidos orgânicos, sais, ácidos minerais e orgânicos, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, pectinas, gomas e mucilagens, compostos voláteis e aromáticos. Apesar de sua complexidade química em comparação com o vidro, ambos são formados pelos mesmos elementos que estavam disponíveis na Terra desde a sua formação. O vidro foi resultado de inovações tecnológicas que deram aos seres humanos a possibilidade de manipular elementos ao fogo dando-lhes o formato que nos convém. Mas o vinho também só existe porque a humanidade começou a produzir seus alimentos por meio da agricultura e descobriu técnicas de cultivo de parreiras e posteriormente o processo de fermentação para a produção de bebidas alcoólicas.

Por fim, 19% das respostas concentram mais do que duas conexões (nível 3), também na forma de combinações com relações já listadas nos níveis anteriores. Apresento a seguir alguns exemplos:

DAP - Vejo uma taça feita de vidro que é composto por elementos minerais presentes no subsolo - oriundo da decomposição da litosfera formada pelo resfriamento do magma. O vinho é oriundo da uva que foi plantada no solo, ou seja, também vem de elementos da natureza que usamos e denominamos como recursos. Trata-se de uma planta cuja fonte de energia é o Sol e que está na base da cadeia de fornecimento energético aos demais seres. Ambos transformaram-se no que são (vidro em formato de taça e vinho) através

do trabalho humano. Essa ação é possível a partir da utilização de ferramentas e de conhecimentos culturalmente acumulados (por exemplo as técnicas agrícolas que possibilitaram o sedentarismo humano). A produção desses itens, como a seletividade no tipo de uva (menor variabilidade de espécies), o uso de fertilizantes e a exploração mineral para a criação do vidro impactam negativamente o ecossistema terrestre. Apesar disso, a taça de vinho carrega um simbolismo na religião cristã, sendo utilizada em rituais - abstração que só foi possível através da Revolução Cognitiva. A taça e o vinho, quando descartados, retornam para o ambiente e, em escalas temporais bastante distantes, são "reintegrados" a um ciclo natural (orgânico e das rochas).

LCAS - Acho que minha primeira resposta já estava bem abrangente, do ponto de vista científico mas depois de chegar até aqui neste ponto do curso, penso que deveria acrescentar nesta resposta algumas questões mais humanas ou antropológicas, como põe exemplo as relações de trabalho e energia que foram investidos nesses materiais, (taça e vinho) para que pudessem ser fabricados. É importante destacar também os trabalhadores que se envolveram na produção desde o cultivo da uva até a industrialização do vinho e da fabricação da taça. O desenvolvimento cultural e tecnológico, bem como o comércio e o consumo para se ter acesso a esses produtos também deve ser levado em consideração [...].

WPS – [...] A relação entre a taça, vidro, vinho pode parecer absurdo, mas acredito que tudo tem a ver com o universo em nós, o que faz a taça ficar parada sobre o ambiente sem flutuar, seria a força da gravidade imposta sobre a terra aonde se inseri a taça, o vidro é constituído por elementos químicos, formadores da matéria que nos cerca, precisando sempre ser reciclada e reutilizada, a uva fermentada produzindo o vinho que bebemos é decorrente da ação industrial ou biológica, sendo esse último como parte essencial do que podemos chamar a grosso modo de vida, obedecendo a 2º lei da termodinâmica, pois a taça estaria na terra, e a terra no universo, o sistema solar faria parte do universo sendo considerado um sistema isolado, a energia realmente útil para realizar trabalho não tenderia a aumentar a entropia em um sistema isolado.

EV - A taça de vinho é composta de diversos elementos presentes no universo. É resultado do trabalho do ser humano e das reações químicas. Necessitou de queima de energia para ser produzida, assim como o vinho. É resultado de um longo processo de inúmeras

transformações. Passou por uma produção natural da matéria-prima e por uma transformação industrial que demandou meios de transporte, de comunicação, eletricidade, queima de combustíveis fósseis. Ao ser consumido, o vinho produz matéria orgânica e gases que serão emitidos na atmosfera. A produção da taça teve como consequência a emissão de gases de efeito estufa. O vinho tem um valor simbólico (festividades, celebrações religiosas, ...). A matéria-prima do vinho é a uva - vegetal que realiza a fotossíntese e, para isso, utiliza a energia do Sol. Essa planta, assim como as outras formas de vida da Terra, só existem em função das Condições Cachinhos Dourados. Possuem células eucariontes e realizam a respiração celular. Em sua produção, são utilizadas tecnologias de ponta. O vinho e a taça só existem devido o desenvolvimento do pensamento simbólico do Homo Sapiens, o que possibilitou o desenvolvimento das atividades como agricultura, pecuária, comércio, artesanato, indústria, dando as condições históricas para a produção e consumo, tanto da taça, quanto do vinho. Após o consumo desses produtos, as transformações na matéria continuarão.

CSFS - Na primeira tentativa de resposta, discorre sobre questões atômicas, relacionando elementos químicos constituintes da taça e do vinho. Nesse momento, após explorar questões vinculadas à energia, consigo estabelecer conexões de modo a contemplar as várias transformações energéticas. Ao contemplar o vinho, estabeleço conexões entre a energia solar convertida em energia bioquímica pela videira para seus crescimento, desenvolvimento e produção de frutos. Penso na energia dispensada pelo vinheteiro para colher os frutos e iniciar os processos de fermentação para obtenção do vinho. Sobre este aspecto, é possível rememorar a energia bioquímica que o vinheteiro produz em seu organismo via respiração celular aeróbia, fenômeno possível por meio da obtenção de outras formas de energias bioquímicas adquiridas pela alimentação (neste ponto, podemos pensar em cadeias tróficas e que toda a energia que a mantém provém do Sol). ainda sobre o vinho, podemos pensar sobre os processos de fermentativos realizados pelas leveduras, que convertem energia bioquímica contida no sumo das uvas em outra forma de energia bioquímica para sua manutenção vital. Considerando a taça, podemos pensar em todos os processos energético que culminaram na produção de sílica e, posteriormente, no seu aquecimento para transformá-la em vidro. Sobre este aspecto, podemos relacionar o aquecimento (energia térmica) à queima de combustíveis como, por exemplo, carvão mineral e carvão que, em última instância, resultam da fixação de

matéria orgânica por meio da fotossíntese (conversão de energia solar em energia bioquímica). Em suma, para obtenção de uma taça de vinho há o emprego de energia, e sua transformação, cuja a retrotrajetória nos leva à energia solar. Por este ângulo, toda a energia utilizada para a organização e manutenção da matéria orgânica e inorgânica no nosso planeta provém do Sol. Desse modo, para distanciar-se do caos da entropia, em especial as formas de vida, há demanda energia, em relação diretamente proporcional à sua complexidade, de nossa estrela, o Sol.

GCV A – [...] Como observação adicional, penso que seja possível ainda falar sobre as energias utilizadas (consumidas e absorvidas), seja para o preparo dos materiais envolvidos (taça e vinho), para a produção/coleta da matéria prima, ou para a manutenção da vida de quem as produziu. Além disso, se voltarmos para uma análise político-econômica e cultural, também podemos discorrer sobre os hábitos de vida de onde essa taça foi produzida ou utilizada, assim como a economia do país à qual pertence. Nem sempre o material é produzido no mesmo país do qual é usado, as condições financeiras podem ser distintas e a relação que as pessoas estabelecem com o ato de beber vinho também pode ser diferente.

ASS - Eu observo uma taça de vidro com vinho. Os elementos dessa imagem se conectam, em um primeiro aspecto, por serem formados por elementos químicos originados nas estrelas: desde os átomos de Carbono presentes nas partículas de areia que foram utilizadas para produzir o vidro, até os átomos de carbono presentes no corpo da uva e dos seres vivos fermentadores que deram origem ao vinho. Soma-se a isso, a semelhança da fonte de energia para que tanto o vidro, quanto o vinho, existissem. Primeiro, a energia do Sol possibilitou a produção da uva, e também possibilitou a existência do ser humano e de toda cadeia de seres vivos. E foi justamente a existência do ser humano que transformou a paisagem ao inserir objetos e produtos como uma "taça de vidro" e o "vinho". Esses objetos, para além dos aspectos que os unem quanto a sua origem, são também receptáculos que inúmeros significados para nós seres humanos. Ao visualizarmos uma taça de vinho, como no exemplo, diferentes simbolismos são invocados pela psique humana passando por memórias e desejos.

O intuito da mesma pergunta ter sido apresentada em dois momentos distintos do curso foi, justamente, o de avaliar o impacto que as ideias que foram sendo apresentadas

no decorrer dos nós mudava, em alguma medida, a qualidade e a profundidade das relações possivelmente estabelecidas entre os diferentes aspectos da imagem.

O resultado mostrou-se favorável na medida em relação aos dois blocos nos quais organizei as respostas. No primeiro deles, busquei identificar as relações que estabeleciam com cada elemento da imagem, e o resultado mostrou que na primeira semana de curso 48% dos/as participantes se restringiam somente a descrever a imagem ou estabelecer, no máximo, uma relação provável, qual seja, a que eu mesmo citei como exemplo para ajudá-los/as a entender a pergunta (uva está para o vinho, assim como vidro está para a taça). Um percentual bem menor avançou e conseguiu propor relações adicionais.

Todavia, quando comparo com os resultados obtidos na semana 8, fica evidente que a maior parte dos(as) cursistas não se limita a descrever os elementos de forma isolada, mas sim, estabelece conexões entre eles (sobe de 52% para 63% da 1ª para a última semana). Entretanto, para aqueles(as) que ainda analisaram de forma estanque os dados da imagem, houve acréscimo daqueles que trouxeram mais do que uma provável associação para o vinho e a taça.

Os resultados se mostraram mais favoráveis quando analiso o bloco 2, ou seja, se estabelecem conexões, e a quantidade e qualidade delas. No início do curso, percentual significativo dos/as professores/as que fizeram estas relações conseguiu apresentar apenas uma, que via de regra, foi associar a taça a um recipiente feito com formato e material próprios para degustar um tipo de bebida, que é o vinho. Ao final do curso, ainda um percentual considerável continuou a citar apenas uma relação, ela mudou para aspectos discutidos no curso, em especial, como o manejo de fluxo de energia está presente em todos os processos envolvendo a Terra e a vida nela. Esse elemento não havia sido apresentado por nenhum participante na primeira semana de curso. Além dele, foi citado o fato de todos os entes da imagem serem feitos de elementos químicos, mas adicionados ao fato de terem sido forjados no interior das estrelas, algo não tão evidente nas primeiras respostas.

Destaco, ainda, o crescimento do número de professores/as que passaram a citar mais do que apenas uma conexão (de 13% para 20%), tecendo tramas que mostram relações qualitativamente superiores às que apresentaram no início do processo. Passam a incorporar a ação humana sobre o mundo material, algo que não estava presente no início do curso, e se mostra algo relevante, por trazer o ser humano para dentro das conexões existentes no mundo.

Outra questão apresentada aos professores/as ocorreu na semana 5, cujo intuito foi buscar entender como eles/elas veem a articulação de conhecimentos como uma forma de se conseguir uma visão integradora. Nesse caso, deveriam apontar as dificuldades ou até mesmo formas de se conseguir isso, tomando como exemplo o tema “Vida”, justamente, o “nó” abordado na semana em que a questão fora apresentada.

Foram 152 respostas, as quais organizei em cinco categorias de análise:

Na primeira, incluí as respostas cuja ideia central reside no fato de que há a necessidade de repensar a forma como o conhecimento é produzido, ou seja, de que as áreas devem trabalhar de forma integrada para que se tenha uma visão do conjunto. Posso dizer que as sugestões focaram em aspectos epistemológicos sobre como os campos de conhecimentos devem ser articulados. Do total de respostas, 52% delas estiveram presentes nesse eixo. A seguir, alguns exemplos que ilustram as ideias que elas expressaram.

GASA - Acredito que o ideal seria estudar o tema de maneira interdisciplinar, visando compreender a interação da química, da física e da biologia e seu resultado. Para tanto, é necessário a consciência de que nenhum conhecimento especializado, isoladamente, é capaz de explicar a "vida", sendo necessário abranger outras temáticas, bem como a astronômica e geológica.

LCAS - Na minha opinião, a única forma de explicar a vida como ela é na Terra é por meio de um trabalho em equipe multidisciplinar de biólogos, químicos físicos, antropólogos, filósofos, etc. Acredito que na era da informação ninguém constrói conceitos sozinho, partindo de um único ponto de vista. O conhecimento, portanto é multidisciplinar e transdisciplinar.

CH - As especialidades devem poder se integrar e interagir umas às outras. A vida é complexa, especial e tudo se relaciona. As condições a que estamos atrelados sugerem sempre mais estudo, pois a evolução das espécies gira em torno da vida. Humanos tem a capacidade de questionar e agir de acordo com as possibilidades que lhe são ofertadas.

RAS - Realmente é uma situação bastante complexa, pois ao meu ver, quanto mais se aprofunda em uma área mais distância há ENTRE elas. Deste modo, a construção de conhecimentos centrado em um objeto de estudo faria mais sentido do que sendo centrada

em áreas do conhecimento. Este curso tem demonstrado bastante isso, sem a hierarquia de determinada área, mas o reconhecimento de que todas têm o mesmo objetivo que é gerar e propagar o conhecimento.

JCMBO - O que poderia ser feito e unir as especialidades e criar uma nova área do conhecimento que abrange mais sobre a vida.

RAS - Para que as diferentes áreas consigam compartilhar um espaço comum de discussão em torno do que é a vida, seria necessário a criação de uma área de pesquisa especializada no assunto, onde todos os estudiosos das diferentes áreas pudessem corroborar com seus conhecimentos específicos.

ABFM - A transdisciplinaridade é um caminho fundamental para a não existência de fronteiras entre as ciências biológicas, físicas e químicas. Sendo assim, uma sugestão seria a criação da "biosofia" ou seja, ciência que busca à sabedoria sobre a vida, um conceito mais abrangente do que o estudo da vida promovido pela biologia.

Na segunda categoria aglutinei respostas que focaram os aspectos educativos como caminhos possíveis para se chegar a uma visão integradora do conhecimento. Eles citam ações que devem ser desenvolvidas em ambientes escolares desde o início da Educação, assim como destacam iniciativas de divulgação científica, que poderiam contribuir para uma visão sistêmica e articulada de diferentes áreas de conhecimento. Aqui estiveram 30% das sugestões, ilustradas nas respostas selecionadas e transcritas a seguir.

OMM - Penso que, a começar do ensino básico, deveria haver um espaço para debater questões que se entrecruzam em todas as disciplinas. Acredito que o projeto de interdisciplinaridade parta desse princípio, mas, a bem da verdade, há muito pouca interdisciplinaridade no contexto escolar. Cada professor quer saber da "sua" disciplina e pronto. Penso que deveria ser exigência básica o estudo das bases da vida e suas implicações com toda forma de conhecimento. Portanto, na escola básica, já deveria haver uma disciplina chamada "estudo geral da vida", da qual a Biologia fosse uma das muitas ramificações. Dessa forma, nosso conhecimento não teria janelas

abissais. Na minha opinião, esse estudo de base deve partir da escola, desde o início da formação da pessoa.

POB - Poderiam ser criados programas nas instituições escolares para repassar estes conhecimentos aos estudantes. Outra maneira interessante seria o desenvolvimento de programas educativos que poderiam ser passados na televisão em rede nacional.

MMT - Fazendo congressos, feiras de ciência, enfim, projetos interdisciplinares nas escolas e universidades.

CFSF – [...] Por esta perspectiva, a fragmentação do conhecimento científico segue sua cristalização nas faculdades e universidades, ocasionando situações em que, não raro, graduandos não estabelecem conexões entre as diversas disciplinas cursadas ao longo de sua formação. Para este nível de ensino a proposta de mudança também se ampara na realização de projetos interdisciplinares integradores. Entretanto, diferentemente do proposto para a educação básica, estes projetos devem ser mais ambiciosos para a educação superior: a integração também se daria pela combinação de vários cursos pertencentes ao campus da faculdade / universidade em questão [...].

ESCV - Acredito que a interdisciplinaridade é algo fundamental para entender o "todo" e que tem estado cada vez mais presente em nosso cotidiano escolar. Diante disso, muitos projetos educacionais têm sido desenvolvidos, justamente para unir conteúdos antes totalmente fragmentados, como o próprio tema trabalhado, a "vida". Sendo assim, acho que uma forma de as diferentes especialidades compartilharem um mesmo espaço em torno de um tema seria, por exemplo, iniciando nas escolas de educação básica, com temas "chaves" que fossem trabalhados por todos os professores de determinada área, por exemplo, as Ciências da Natureza, e, às vezes, nas próprias universidades, ter disciplinas interdisciplinares obrigatórias e com a mesma matriz, para diversos cursos da mesma área do conhecimento. Por exemplo, nos cursos de Ciências Biológicas, Química, Física, Medicina, Nutrição etc., deveria ter uma disciplina, com a mesma matriz curricular, que trabalhasse a "vida" em suas várias vertentes.

GCVA - Acredito que para um entendimento geral dos temas e não somente especializado como exemplificado no enunciado, é necessário que a cultura entorno do ensino e

aprendizagem seja feita de maneira diferente, pois nas escolas os conteúdos são dados, de maneira geral, divididos em disciplinas específicas. Na faculdade ainda se tem uma maior interdisciplinaridade, em que os temas se entrelaçam. Contudo, para que o estudante/indivíduo se forme com um conhecimento mais abrangente e com a curiosidade de saber melhor a respeito das esferas que possivelmente envolvem um determinado tópico, é fundamental que, desde o início da vida escolar da criança, seja estimulado o aprendizado interdisciplinar [...].

Neste eixo aglutinei as respostas que trouxeram como ideia principal a necessidade de cursos de formação docente, sejam inicial ou continuada, que possam trabalhar visões articuladas de conhecimento. No total, foram 11% das respostas aqui presentes, algumas transcritas a seguir para ajudarem a ilustrar tal visão.

RBP - Em primeiro lugar, me parece que neste curso as áreas do conhecimento tem dialogado perfeitamente entre si. Em segundo lugar, observei que não foi citada a Geografia como parte integrante desse diálogo, contudo, foi muito bem contemplada quando o foco do estudo a foi litosfera (crosta, manto e núcleo). Acredito que as áreas citadas dialoguem muito bem, porém dada a complexidade do conteúdo, os termos e os conceitos de difícil compreensão afastam o grande público desse estudo. Incluir cursos como este na formação de professores pode vir a estimular um debate mais amplo.

AHLG - De certa forma um curso como esse que estamos realizando que abrange de tais conhecimentos e facilite a explicação como um todo ou até mesmo uma espécie de "Aulão" onde diversos especialistas nas diferentes áreas explicam de forma dinâmica.

DTS - É difícil, porque cada vez sabemos mais de menos, nos campos do conhecimento. Sendo que as pessoas compartilham o que conhecem. Mas em seminários, ou feiras do conhecimento, por exemplo é possível compartilhar várias ideias em torno de um tema central, que pode chegar a algo novo ou não, já que conhecimentos, geralmente são reelaborados, ou aprofundados como passar dos anos. Estamos em momento que a internet tem ajudado a conhecer melhor sobre o Mundo, mesmo que seja de maneira pouco científica.

SMC - O conhecimento está todo compartimentado em disciplinas e capítulos nos livros para "facilitar a aprendizagem", mas fazer o caminho inverso não é tão simples. Uma tentativa seria a de trabalhar com áreas mais amplas do conhecimento, como as ciências naturais que abrangem a física, a química e a biologia. Seria necessário a criação de cursos para a formação de professores com esses conhecimentos mais amplos ou uma reorganização na forma de trabalhar esses conhecimentos no ensino básico, como por exemplo em equipes de professores especializados em suas áreas.

LCCT - Fazendo cursos como esse, onde temos um espaço para comentar, ou tirar dúvidas. Assim, estamos nos relacionando com pessoas de várias áreas (interdisciplinaridade).

Alocados na quarta categoria, incluí as sugestões que se referem a uma necessidade de que, para a integração dos conhecimentos, anteriormente se tome consciência de que o conhecimento é fragmentado. Apenas 2% trouxeram tal justificativa, mas a aglutinei em uma categoria diferente, por entender que se trata de uma forma diferente de analisar como se integrar os conhecimentos. Duas das respostas exemplificam esse modo de pensar.

DT - Ao meu ver, ao longo da História do Conhecimento Humano, realizamos divisões no conhecimento humano, talvez com a intenção de melhorar e aperfeiçoar o que sabíamos porém, acabamos esquecendo que as diversas "ciências" trabalham em conjunto para que a existência do nosso mundo como ele é seja possível. Para compartilhar um espaço em torno de um tema, seria necessário primeiramente, compreender que nosso mundo não é dividido em "gavetas", ele trabalha em harmonia. Cada especialidade pode trazer um lado do tema em questão, com mais evidência mas, fomos nós que atribuímos essas "linhas territoriais" para o conhecimento. O desenvolvimento e as mudanças não ocorreram obedecendo nossas divisões em especialidades, elas se complementaram. Aconteceram simultaneamente. Talvez, entender isso possa ser um começo.

ACJ - A partir do momento que as pessoas perceberem que todas as especificidades fazem parte de um todo, e por isso, precisam estar interligadas e não trabalhando em gavetas, começarão a dar uma importância maior a assuntos e temas que não sejam

exclusividade. Acredito que nós precisamos ter essa consciência, em um primeiro momento para que depois juntos possamos pensar em maneiras para compartilhar e compreender de um tema na sua totalidade.

Por fim, na última categoria incluí respostas evasivas, que desviaram do foco que fora perguntado. Foram apenas 5% delas. Destaco que dois participantes, aqui alocados, justificaram que não é possível fazer integração de conhecimentos, conforme transcrito a seguir.

JIS - Penso que talvez seja impossível que isso aconteça, cada um irá defender o seu ponto de vista e o que já foi descoberto e estudado até hoje, é preciso estarmos abertos e prontos a descobrir a vida como ainda não conhecemos.

LSLM - Difícil pensar que possa haver um consenso entre as diferentes ciências e seus estudiosos, pois cada qual defende sua própria teoria, seus princípios. Penso ainda, que no mundo de hoje com o meritismo, a ideia e ou princípio das ciências está cada vez mais distante do humano para com o humano.

Em linhas gerais, os participantes mostraram reconhecer as limitações que a especialização do conhecimento traz quando o que se busca é uma visão integradora, como é o caso do tema “vida”. Curiosamente, os espaços educativos não são considerados pela maioria deles como o locus essencial para essa discussão, mas algo que deve vir na origem do próprio processo de produção de conhecimentos, com a reunião de especialidades. Ações educativas vieram em segundo plano, ainda que consideradas por 30% dos respondentes.

As próximas perguntas que ainda tiveram como propósito avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto foi apresentada na sétima semana. A primeira delas teve como desafio propor a cada um/a o estabelecimento de relações entre dois elementos aparentemente desconexos: um par de tênis e a crise de refugiados venezuelanos. O intuito com isso foi investigar se eles/elas articulam estes elementos, e que tramas usam para fazer essa provável conexão, identificando a própria qualidade e extensão que ela revela. Foram obtidas 135 respostas no total, sobre as quais comentarei a seguir.

Ao fazer a leitura flutuante, identifiquei três categorias que se destacaram. Uma delas representada por 5% dos participantes, diz respeito a professores que não apresentaram nenhuma relação entre os elementos sugeridos. Trouxeram apenas descrições independentes para cada um deles ou, simplesmente, apresentaram ideias soltas, sem mostrar claramente como elas se relacionam com os refugiados venezuelanos e o par de tênis. A seguir, alguns exemplos de respostas que ilustram tal grupo:

MHLU - Pobreza; Comercio; Inflação; Oportunidades; Desemprego; Fome; Necessidades.

MROF - Não consigo realmente ver a relação entre um par de tênis e a crise de refugiados venezuelanos.

CH - Fome. Desespero por uma vida melhor. Trabalho.

JTV - Penso que quando, um meio em que em que vivemos, não está satisfazendo, no mínimo, as necessidades básicas do ser humano, o mesmo sai em busca de sobrevivência, de solução, de esperança... seja por livre espontânea vontade ou até forçado.

Outro grupo, e esse em número expressivo, com 79% de professores, apresentou uma ou, no máximo, duas relações entre os aspectos indicados. Entretanto, considero que são relações mais lineares e imediatas, com conexões que resultam em poucas tramas ou desdobramentos. Poderia dizer que são tecituras menos orgânicas e focam em um ou duas características mais evidentes. Todavia, não as julgo como respostas ingênuas ou incompletas.

Via de regra, as relações foram na direção de considerar aspectos sociais, como relacionar que imigrantes venezuelanos vendem tênis, produzido com petróleo, para fugir da pobreza. Outra via foi a matéria-prima: o tênis é produzido com petróleo venezuelano, país que está em crise de emigração. A seguir são ilustrados alguns exemplos de respostas:

LKAS - Os refugiados quando deixam seus países de origem na esperança de encontrar um abrigo seguro, saem da forma que conseguem... Sem conseguir muitas vezes levar

seus familiares, roupas ou um simples par de tênis. Que poderia dar um conforto na fuga e no caminho a percorrer em busca do refúgio.

WPS - A primeira relação que observo seria com base na crise dos refugiados venezuelanos, em que em virtude crise política e econômica que afetou o país, deixou muitos sem moradia; sem infraestrutura; sem alimentação; tendo que migrar para outros países vizinhos para estabelecer melhores condições de vida; é isso nos remete a temática civilizações mencionadas, almejamos recursos do meio, seja moradia, alimentação, vestimentas, tudo está em torno da energia, mas quando não obtemos o que normalmente desejamos, ficamos apenas com um par de tênis, sem energia para nos manter, para avançar, levantar a cabeça e seguir em frente.

DT - A partir do ano de 2015, foram registrados mais de 178 mil pedidos de refúgio no Brasil. É difícil pensar numa relação direta entre a crise social e econômica que a Venezuela passa e um par de tênis... Mas, talvez possa existir uma relação indireta. Muitos países subdesenvolvidos sobrevivem através da extração de matéria-prima, turismo e produção de produtos como roupas, móveis e calçados.

MCSC - Acho que a relação pontual é a do capitalismo. A compra do par de tênis alimenta o mercado consumista, somos levados a essas avalanches de consumo pela mídia, onde nosso salário gira em torno de ter para ser (não de todos óbvio). Os refugiados Venezuelanos são vítimas desse sistema, que privilegia alguns em detrimento de outros.

KHK - O ser humano contemporâneo necessita de coisas menos substancial para manutenção da vida, um exemplo disso é o celular, um item essencial para qualquer indivíduo, mas que na prática não afeta nada a sua sobrevivência básica, alimentação, saúde e segurança, em princípio conseguimos viver sem ele, mas a cada dia parece ser mais difícil viver sem. Um calçado como, um par de tênis, é um desses artigos, é tão importante quando uma peça de roupa. Desde de 2014 a Venezuela está em crise, há falta de diversos itens, e uma inflação altíssima, alguns itens tem preços elevados, como um par de tênis que chega quase três mil reais, que acaba por ser uma fortuna no país.

MMMM - O capitalismo, estrutura econômica que aumenta a desigualdade social e a crise econômica que está provocando a fuga em massa de venezuelanos e que incentiva o consumo de bens duráveis como um par de tênis.

CCRE - Ambos são produtos do capitalismo.

MLS - Que desafio complexo! Consegui pensar em uma situação. A situação é a seguinte: quando um modelo de tênis está na moda muitos querem comprar, mas quando sai da moda o valor cai e as pessoas não compram mais (oferta x demanda). Acredito que os venezuelanos estão se refugiando tanto aqui no Brasil, por conta das mesmas leis da economia que praticamente os obriga a passar por grande miséria, visto que a lei da oferta x demanda não favoreceu nem o básico da alimentação.

Por fim, o terceiro grupo é constituído por respostas que também estabelecem relações, porém considero que elas são mais complexas e interrelacionam vários elementos aos venezuelanos e ao tênis. Essas tramas se estabelecem em várias direções e são tomadas de distintos pontos de vista, inclusive, o viés social e da matéria-prima, conforme presente no grupo de respostas anteriores. Neste extrato aparecem mais relações em que a energia é o elemento articulador. No total foram 16% que revelaram esse perfil de resposta, para as quais ilustro com alguns exemplos a seguir:

FER - A produção do tênis envolve materiais sintéticos produzidos a partir do petróleo, produto importante da Venezuela. O tênis pode ser produzido em qualquer lugar do mundo e isso requer que o petróleo seja retirado da Venezuela e enviado a outros lugares. Muitas vezes a matéria prima é explorada de pequenos países e enviados a outros onde gera lucro. Países como a Venezuela são explorados, têm sua riqueza levada e sua população continua empobrecida, levando a buscar melhor condições de vida em outros lugares. A Venezuela é um importante país produtor e exportador de petróleo que adota um regime dito comunista. Devido ao seu regime político sofre sanções econômicas de países mais ricos, dificultando sua situação financeira e empobrece a população. A pressão dos países mais desenvolvidos dificulta o avanço dos países mais pobres. Ou aceitam ser explorados para continuar mantendo países ricos, ou sofrem sanções que dificultam sua vida econômica e empobrece a população. Em resumo, os países pobres

tem suas riquezas e mãos de obra exploradas para manter a estrutura de países desenvolvidos.

EV - Então vamos lá... Ambos são produções humanas, tanto o tênis quanto a condição de refugiados. São compostos de matéria, que demandam/consomem de energia para ser produzidos, no caso do tênis e para se manterem, no caso dos refugiados. Assim como um par de tênis (produzido em outro lugar do mundo), os refugiados estão adentrando em nosso país. Ambos utilizam rotas oficiais ou clandestinas para chegarem ao Brasil. Utilizam diferentes meios de transportes para se deslocarem. São transportados por alguém. Os meios de transportes utilizam combustíveis oriundos de matéria orgânica. Possuem marcas das relações de trabalho e de poder. Em última estância, dependem da energia do Sol para existirem ou serem produzidos. Possuem um tempo de vida, dependente também das condições externas em que se deparam (clima, cuidados, ...); Estão sujeitos à fiscalização para sair e adentrarem em determinado território. São resultados de longo processo histórico da sociedade. Utilizam fontes de energia. Demarcam estamentos sociais. Estão em constante processo de transformação. Ocupam a superfície da terra.

ARC – [...] Um tênis não tem origem na Venezuela, mas é o calçado específico de corridas. Desse modo, um par de tênis está relacionado à Vitória de um refugiado Venezuelano. Esse tênis pode também ser de matéria prima brasileira, processada nos EUA, montado na China ou outro país e "exportado para a América do Sul. Mediante o que foi exposto, pode-se concluir que as solas do par retornaram às suas origens, atravessando um refugiado e contribuindo para a prosperidade e vitória do mesmo no Brasil. O mais interessante é a cidade ser Manaus, dentro da floresta Amazônica, de onde são extraídas grande parte de matéria prima por outros países. Um par de tênis, feito com matéria prima brasileira, gerou lucros para outras nações, enquanto na Venezuela passava por uma grave crise econômica; mas esse par de tênis calçou os pés de um desses refugiados que venceu uma corrida de 5 km na cidade de origem desse par de tênis. [...]

CSFS - "Contaminado" com os conteúdos mobilizados ao longo do curso, quaisquer relações estabelecidas são permeadas pela palavra-chave ENERGIA. Ponderando sobre as múltiplas faces da crise venezuelana nos últimos anos, é possível pensar: - na crise

econômica, cuja energia "materializada" sob a forma da moeda venezuela apresenta-se desvalorizada, de modo que os refugiados são impedidos e/ou desfavorecidos de transformar a energia-moeda em energia-consumo (par de tênis); - na crise econômica, com ênfase na desvalorização do petróleo, cuja energia química é convertida pela indústria em outras formas de energia (energia cinética, energia térmica, etc.) para a produção de um par de tênis ou ser utilizada, na forma de combustíveis, pelos refugiados para sua locomoção; - na crise econômica que nos remete à crise alimentar. Por este ângulo, podemos considerar questões de supervalorização de gêneros alimentícios que, acompanhados da desvalorização da energia-moeda, impossibilitam que os venezuelanos tenham acesso à energia bioquímica para sua sobrevivência e busquem refúgio em países vizinhos. Nesse contexto, o par de tênis poderia representar ramos da indústria e do setor de serviços, cujas fontes de energia continuam sendo mantidas para o proveito de uma pequena elite. - na crise política, cuja a manutenção do governante do poder exige (e sequestra) energia da população para a continuidade do poder vigente e e das fronteiras territoriais. Nesta perspectiva, recaímos novamente na questão de que este desvio de energia na sociedade que resulta em um grande número de refugiados que não dispõem de energia-moeda para sua subsistência (energia-alimento, por exemplo) ou para consumo de bens (energia-par de tênis, energia-roupas, etc.). - de modo menos simbólico, podemos traçar rotas sobre os caminhos que a energia percorreu para a confecção de um par de tênis e/ou que resultou no fenômeno social dos refugiados. Por esta linha de raciocínio, constataríamos que toda energia provém do Sol e é fixada bioquímica pelos produtores, convertendo-se em outras formas de energia, sendo umas mais "concretas" e outras mais "simbólicas". Em suma, todas as relações são maneiras distintas de contemplar o fluxo de energia pelo sistema social daquele país.

DFS - Tanto o par de tênis (em sua maioria) quanto os refugiados venezuelanos não são brasileiros, ou seja, são oriundos de outros países. Para produzir um par de tênis e para manter um refugiado venezuelano é necessário que se gaste energia, seja ela do tipo que for (ó a segunda lei da Termo aí que não me deixa mentir!). Um refugiado venezuelano pode usar o par de tênis para se deslocar com mais conforto e segurança, para aquecer os pés ou simplesmente por estilo. Muitos pares de tênis entram no país por meio de contrabando, na ilegalidade, assim como a maioria dos refugiados venezuelanos (infelizmente). Pode ser que, em algum momento, em alguma situação, o refugiado venezuelano tenha produzido um par de tênis, em uma fábrica qualquer. A moeda "par

de tênis" vale mais que a moeda "refugiado venezuelano". E é aí que perdemos a esperança na humanidade.

WPS - A primeira relação plausível sobre a crise de refugiados venezuelanos e o par de tênis que vejo, é a pobreza, pois em virtude da condição vigente no país da política e a economia, tornaram o país pobre, ou seja, populares sem acesso a moradia; alimentação e vestimenta. Tiveram que migrar para outros países, em especial, o Brasil. Para conseguir se manter, percebo que, nesse caso, eles necessitam de energia para manter o seu entorno, não contrariando a 2ª lei da termodinâmica. Segundo, é a questão das civilizações, os populares da Venezuela, constituindo uma civilização, em busca da ânsia por energia, até aonde a energia nós leva, pois como a Venezuela é um país relativamente quente na sua maior parte e apresentam precipitação distribuída bem ao longo do ano, a agricultura não deixa a desejar para quem não tem dinheiro, mas para quem tem como os agricultores gozam dos pobres, que passam fome. Terceiro, é a questão da escolaridade, que os populares estão submetidos, pois sendo um país que investe muito pouco no ensino, pois, além do ensino ser gratuito, bem criticado, constitui o 71º do mundo em nível de escolaridade.

LFU - Os tênis possuem partes feitas de material derivado de petróleo. A Venezuela foi um grande exportador de petróleo, sua economia é em grande parte baseada no comércio de combustíveis fósseis, porém atualmente esse mercado está em crise. Menos petróleo vendido significa menos petróleo extraído e, portanto, menos arrecadação dessa área da economia que é primordial no país. Menos dinheiro circulando gera menos movimentação financeira, menos empregos, maior taxa de pobreza. As pessoas afetadas por essa crise, então, precisam emigrar para outros países para conseguir sobreviver. Um desses países é o Brasil, que recebe muitos refugiados venezuelanos que fogem dessa situação de miséria em seu país. Outra relação que pode ser feita é que, apesar de extrair o petróleo que vai originar partes do tênis, este não é produzido na Venezuela. O petróleo é exportado e será beneficiado em outros países. Geralmente, os tênis que compramos aqui na América do Sul são produzidos na Ásia (China, Taiwan, etc). Eles são importados por nós por um preço muito superior ao preço da matéria prima que nós exportamos. Assim, uma pessoa que pode até ter trabalhado na extração de petróleo, em uma situação econômica de crise como a da Venezuela, provavelmente não terá a oportunidade de usufruir dos tênis que seu trabalho ajudou a produzir.

A segunda pergunta, ainda apresentada na semana 7 do curso, buscou instigar os participantes a pensarem na relação entre o todo e a parte e de como percebemos ou não tais relações em nossa vida. Foram 136 respostas, e deste total, apenas duas não apresentaram nenhuma relação, ou afirmaram não serem evidentes. As demais respostas indicaram ser perceptível que o todo se relaciona com a parte e vice-versa, e foram divididas em três grupos.

O primeiro grupo de respostas, em número mais expressivo, ou seja, 49% delas, afirmou que essas relações são percebidas pelas conexões comerciais e sociais entre países (globalização), mas também entre indivíduos, seja pelo contato que estabelecem com pessoas de diferentes atuações e meios sociais, seja pelas relações de consumo que são criadas no atual modelo de sociedade. As respostas a seguir ilustram esse tipo de justificativa.

VHB - “O simples bater de asas de uma borboleta no Brasil pode ocasionar um tornado no Texas” essa premissa foi inicialmente utilizada por Edward Lorenz em 1969, mesmo que forem pequenas mudanças pode causar efeitos até mesmo nas grandes distâncias. A pandemia da Covid-19 que então pouco tempo se espalhou pelo mundo e também seus graves efeitos na saúde, no comércio, na política, etc. Assim como os Venezuelanos estão deixando o seu país, também após a 1ª guerra meus avós deixaram a Alemanha, conheceram-se no navio durante a viagem e depois casaram-se. Assim como um produtor de produtos orgânicos precisa de todo um protocolo de cuidados até com os seus vizinhos, se estes são adeptos de um cultivo com defensivos agrícolas. Podemos achar-nos independentes, mas somos muito acomodados com tudo aquilo que nos é ofertado como uma vida mais cômoda, sem peso na consciência sobre os impactos provocados.

ALRT - Precisamos dos outros países para nossa sobrevivência, assim como os outros países precisam do Brasil, é uma troca de materiais que nunca acaba, tudo depende de todos.

AMLL - O texto, nos convida a reflexão de como tudo é conectado. As interrelações sociais, políticas, econômicas e até emocionais. Ao lermos o texto refazemos a leitura de todo o material oferecido a nós nesta vídeo aula, como hoje as “civilizações” estão conectadas e mais próximo do que imaginamos. Entretanto, vale ressaltar que a

percepção de ambiente nem sempre prioriza o ser humano. Pois, estamos dentro da nossa própria caixinha e muitas vezes desconectada, assim perceber os movimentos dos outros torna-se importante como forma de percepção de mundo e como atuamos neste espaço.

KHK – [...] Bem no texto mostra como a globalização deixa toda a interações humanas dependentes, matérias primas, mão de obras, migrações. Há uma dependência enorme de diversos países a qual aparentemente não é notada para o cidadão comum. Quando vemos uma crise, ou uma situação difícil, em um país distante, ou não, de nós não refletimos como a gente afetamos ela, ou até mesmo há geramos, e como ela nós afeta [...].

POB - Por meio deste relato, podemos perceber que tudo está interligada. Até as coisas mais pequenas, na qual não fazemos ideia vem de diferentes partes do mundo e utiliza da mão de obra de muitos trabalhadores para sua produção.

MMP - Hoje vivemos em uma grande aldeia global. Qualquer produto que utilizemos pode ter sido feito em qualquer parte do Globo, ou em várias delas. A interdependência entre as economias, culturas, conhecimentos, condições... são cada vez maiores entre os povos de todo o Globo. Uma ação realizada localmente pode ter reflexos mundiais. Lembro-me de Malala, uma simples garota pobre de uma aldeia sem importância, mas que se fez importante para o mundo por sua determinação e sabedoria. Não precisamos falar aqui de ações de chefes de Estados, estes sem dúvida, têm possibilidades de influências em todo o globo por seus gestos ou atitudes. Portanto, temos que ter consciência de que não vivemos sós no Planeta. Somos uma grande comunidade. Minhas ações aqui afetará o outro esteja onde estiver. O importante é cada vez mais pensarmos na vida no Globo Terrestre e agirmos no lugar onde vivemos de forma a favorecermos a continuidade dessa vida. Mais: não podemos continuar com o pensamento de origem cristã de que somos os eleitos e o mundo foi todo feito para o ser humano e por isso este tem o direito de subjugar, destruir e fazer o que bem quiser com os demais seres. O mundo é de todas/os nós. De todos os seres. Por isso todos devem ser preservados.

MROF - Lendo o texto parei para refletir que nunca tinha pensado que em apenas um pedaço do nosso dia/ou do dia da Vânia temos tantas relações envolvidas. Hoje somos um mundo globalizado e tudo e todos estão completamente interligados. Eu tinha essa

visão do todo interligado, mas não com tanta profundidade, realmente esse curso abriu minha visão. E agora consegui enxergar a relação entre o par de tênis e a crise dos venezuelanos. Obrigada Professor.

Um outro grupo, expresso por 20% das respostas, afirma que o todo se conecta à parte por meio de processos que envolvem a troca de energia e matéria-prima entre pessoas e nações. As respostas a seguir ilustram esse tipo de justificativa.

FER - Os produtos e serviços da sociedade são em última instância uma maneira de conseguir recursos e energia para sobrevivência. No entanto, é preciso que a mão de obra seja explorada para que gere excedentes que são destinados a manter determinadas estruturas. Buscando melhores condições de vida, pessoas migram, mas continuam sendo exploradas. Além da mão de obra, os recursos naturais também precisam ser explorados, assim florestas, rios, minerais, petróleo são retirados em nome do desenvolvimento. No entanto, essas riquezas naturais não se transformam em qualidade de vida para a população local, elas são enviadas a outros países, serão beneficiadas e transformadas em produtos que retornarão aos mesmos países explorados, mas dessa vez com valor agregado, enriquecendo mais os ricos e empobrecendo os pobres. Dessa maneira, países com densa industrialização e tecnologia exploram países menos desenvolvidos em recursos naturais e mão de obra oferecendo muito pouco em troca. Em contrapartida, os países menos desenvolvidos consomem sua própria matéria prima sob a forma de produtos industrializados a um preço muito maior e ainda sofrem com os impactos do esgotamento e poluição de seu território. O resultado é uma população empobrecida, com pouco acesso a bens e serviços, com nível de vida miserável.

BMM - No meu dia-a-dia quando estou "pensativo", sempre olho os locais de fabricação dos produtos que compro ou comprei. Uma lapiseira fabricada no Japão, um tênis feito na China. Sei que o Brasil é o maior produtor de café, e no entanto importamos cápsulas de café, se não me engano da Alemanha. E refletindo sobre o assunto, percebo que tudo que usamos de produtos, tem relações com o mundo todo, e acabando de olhar um caderno que foi fabricado no Chile [...].

MMT - O todo quer nos dizer que as coisas das quais usufruímos no dia a dia antes de chegar até nós passaram por diversas transformações; portanto, o "pequeno" também

faz parte do todo, pois para fabricá-lo houve a necessidade de se gastar energia. Vânia só percebeu tais relações uma vez que parou para refletir sobre os acontecimentos banais em sua vida, como o de olhar para o seu tênis e perceber que ele foi feito em outro país. Numa situação parecida com esta, muitas pessoas veriam em qual local o tênis foi produzido no entanto não perceberia o quão complexo foi os processos para que o produto seja fabricado.

MC - Após essa leitura e, após ter assistido os vídeos relacionados à CIVILIZAÇÃO, é possível perceber uma relação entre todos os componentes, entre tudo que existe, relações entre países do mundo, tudo está interligado. Nós dependemos do mundo e o mundo depende de nós e de nossas atitudes diárias. Nosso consumismo faz com que o mundo seja diferente. A energia gasta para fabricação de tudo que nos rodeia... A matéria-prima... A energia gasta pelos trabalhadores... tudo o que consumimos podemos pensar na energia gasta para sua fabricação. O consumismo faz com que seja necessário cada vez mais a produção de bens de consumo e, para isso existe a necessidade de mão-de-obra que, quanto mais barata melhor. Vivemos todos os dias parecidos com o da Vania e nunca paramos para pensar que tudo está interligado e que, para termos acesso aos bens de consumo muita energia é gasta, muita matéria-prima, muita mão-de-obra....

CCRE - O aumento de energia é condição da exploração do homem pelo homem. É condição porque possibilita a produção de excedente, através da exploração de mão de obra planetária. O excedente produzido, absurdamente, não pertence a quem literalmente o produz, mas sim a um pequeno grupo de homo sapiens sanguessugas. Esse pequeno grupo é que determina grande parte do aumento do estrago que os sapiens vêm fazendo na Terra, pois seus escassos componentes possuem uma ânsia sem fim pelo acúmulo de bens e lucros. A qualquer custo.

CSFS - [...] Para além das relações culturais, econômicas, históricas e sociais, faz-se necessário contemplar e refletir sobre os ciclos e fluxos de energia que são necessários para manter tais relações. As duas últimas semanas de curso descortinaram horizontes de análises nas quais exercito o pensamento retrospectivo, imagino os caminhos percorridos pela energia em nosso planeta desde a emissão da radiação solar até o ato de digitar sobre o teclado que estou utilizando. Pensar sobre o todo é um atalho, pensar

em cada parte componente deste todo exige, para além de abstração, repertório para traçar pensamentos sólidos.

DRS - A história de Vânia nos leva a pensar em como se dá a busca de energia em um mundo globalizado, desde os trabalhadores que migram de seus locais de origem para buscarem melhores condições de vida e até mesmo de sobrevivência até o fato de se expandir essa busca para o outro lado do mundo com a exportação de todo tipo de mercadorias.

Por fim, houve um grupo, representado por 31% das respostas, que afirmou que, apesar de haver relação entre o todo e as partes, as pessoas via de regra não a percebem. Isso se dá em função do modo de vida que fragmenta a sociedade, e também pela sobrecarga de afazeres diários, que não permite que as pessoas tenham tempo de refletir a respeito. As respostas a seguir ilustram esse tipo de justificativa.

DAP - O texto resume as reflexões que fiz a partir do desafio da questão anterior. No estágio atual da globalização, os fluxos comerciais, de pessoas e as inter-relações político/econômicas/culturais estão mais evidentes, assim como as suas contradições (nacionalismos, protecionismos etc.). Acredito que muitas dessas relações passem de forma imperceptível ao público geral, pois o ritmo de vida imposto nos faz viver no "automático" ou anestesiados (o "descanso" pelo entretenimento), e pouco pausamos para compreender os fluxos do nosso consumo, as consequências de nossos modelos de vida, as implicações dos discursos que divulgamos etc. Porém, me vejo até bastante atenta a essas conexões, o que atribuo a minha área de formação e trabalho (Geografia).

OMM - A gente passa quase a vida inteira sem pensar nessa rede intrincada de relações, sem nos darmos conta de que absolutamente tudo do mundo social está interconectado com os demais componentes desse mundo, assim como do mundo natural, que por sua vez se relaciona com o grande universo. O show da vida acontece no palco do mundo social, que fica dentro do grande teatro do universo. Nós somos protagonistas (nem sempre!), mas outros atores também compõem o cenário, que seria caótico ou inexistente sem a sua participação [...].

ACJ - Em nosso dia a dia nos deparamos com diferentes situações, utilizamos diversos objetos, materiais, e acabamos não parando para prestar atenção na relação que as coisas tem. Tudo está interligado de alguma maneira, como se fosse dizer que tem um ancestral em comum, e são coisas que não nós damos conta.

LAM - A relação entre o todo e as partes é justamente o tema que estamos tratando ao longo de todo esse curso. Estamos fazendo um esforço consciente para conhecer melhor essas relações, para compreender como as peças se encaixam nesse quebra-cabeças de milhões de peças que é a ciência. Mas a verdade é que tudo em nossa vida está conectado de alguma forma, como a própria Vânia demonstra em sua história, só não notamos porque não tiramos um tempo para fazer isso. Vânia teve um momento de reflexão no meio de um dia muito agitado. Graças ao infortúnio de pisar em uma poça d'água ela se deteve ao ser obrigada a observar o seu tênis com mais cuidado. Ao ter acesso ao conteúdo desse curso pude notar que o universo é regido por forças físico-químicas que não variam independente de onde estivermos. Todos os corpos que viajam pelo cosmos, de acordo com o que sabemos, vieram do mesmo evento, o Big Bang. Vemos com muita clareza essas relações entre o todo e as partes, entre o macro e o micro. O surgimento da humanidade fez com que essas relações fossem expostas e estudadas, dando sentido a elas. Ao darmos sentido a essas comparações e descrições de grandezas também criamos novas relações, abstratas, idealizadas. Em suma, basta apenas um pouco de paciência e concentração para enxergar o quanto o universo é repleto de relações dessa natureza. Ou melhor, ele é formado por elas.

AAV - Impactante ao ler os detalhes, detalhes estes que sabemos, mas os trazemos a tona até em um determinado momento sermos convidados a tal, como neste curso. A relação do todo e das partes como a própria questão coloca, se interligam, não há como indissociar.

LSL - Acredito que a maioria das pessoas durante sua árdua rotina não faça as reflexões e relações que Vânia fez durante seu trajeto, eu me incluo aqui. Dificilmente questionamos a origem das coisas que tanto usamos no cotidiano e como elas chegaram até nós. Com tal reflexão é possível perceber que pessoas ao redor do globo estão conectadas pela cadeia de produção do capitalismo, enquanto algumas desfrutam dos bens produzidos a maioria luta para ter o que comer no fim do dia. E como cada um está

imerso em sua realidade acabamos não percebendo que se trata de uma estruturação de sociedade que acaba gerando e retroalimentando a desigualdade e a pobreza para manter o capital.

ARS - Geralmente nós não percebemos essas relações abordadas por Vânia, ou pelo menos, não paramos para refletir sobre elas. Afinal, tudo isso faz parte de um grande sistema onde cada um dos elementos chegam a ser insignificantes e imprescindíveis ao mesmo tempo. Inicialmente, com o surgimento das primeiras trocas e, com isso, do comércio, acredito que era possível identificar bem esses elementos e conhecer cada um dos produtores e produtos envolvidos na relação de troca, mas com o passar do tempo essas relações ficaram cada vez mais distantes e, num cenário global como o atual, muito mais difíceis de serem notadas.

DFS - Em geral, assim como Vânia, fazemos as coisas de forma tão apressada que não paramos pra pensar em como elas se relacionam. Tudo está relacionado, nem que seja minimamente, e isso nos leva a crer que tudo o que fazemos tem influência sobre o mundo, de alguma forma. Eu, por exemplo, sou vegetariana. Isso impacta diretamente, mesmo que pouco, no desperdício de água, já que gasta-se milhares de litros de água na produção de um simples hambúrguer de carne. De acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira, se uma pessoa deixar de consumir carne por um dia (apenas 220g do produto), 50 kg de CO2 deixarão de ser emitidos (o que equivale a rodar 240 km com um carro comum), 4,0 kg de grãos (principalmente soja e milho) não terão que ser produzidos para virar ração, 6,6 m² de floresta não serão desmatados e 792 litros de água não serão desperdiçados (o equivalente a cerca de 16 banhos). Além de todos estes benefícios para o planeta, o fato de eu ter parado de consumir carne me fez desenvolver o hábito de frequentar feiras de produtores da minha cidade. Ou seja, ao invés de eu gastar dinheiro com alimentos derivados de multinacionais e em comidas que não faço ideia de onde vêm, eu destino essa renda aos pequenos produtores da minha região, à agricultura familiar. Ademais, passei a procurar por produtos orgânicos, o que me levou a repensar toda a minha alimentação e a minha forma de consumo. Não só de alimentos. Isso tem me levado a entender que o consumismo é uma doença. Nos adoce mesmo! Querer ter tudo, se encaixar no padrão de beleza, e por aí vai. Por sua vez, essas reflexões me levaram a leituras muito diferentes da minha área de atuação, como o feminismo. Tais leituras têm me feito enxergar as relações (interpessoais, profissionais, etc) de outra

forma, mais crítica. E tudo isso me levou a mudar minha forma de dar aula, veja só! A forma com que conduzo as aulas agora são diferentes, mais contextualizadas, mas politizadas, com mais espaço para o diálogo e para o livre pensamento. Enfim, as coisas estão interligadas de uma forma que só percebemos quando tiramos um tempo para exercitar a reflexão, como aconteceu agora, escrevendo este texto.

5.3.2 Identificar desafios e dificuldades que os/as docentes participantes do curso apontam para o trabalho com a “Grande História”, quando pensada em seus espaços de trabalho.

Para explorar esse tópico, tomarei como dados as respostas da pergunta 10, apresentada na última semana do curso. Para tanto, solicitei aos participantes que avaliassem o trabalho com a “Grande História”, quando pensado em seus espaços de trabalho. Na primeira questão, eles deveriam apontar tanto aspectos que julgavam positivos quanto desafios a serem superados no que se refere ao desenvolvimento de alguma ação com seus alunos, e que fosse embasada na “Grande História”. Importante ressaltar que com essa questão busquei analisar como eles/elas viam a narrativa proposta pelo curso em suas atividades docentes, e não avaliar o curso ministrado.

Foram 118 participantes que responderam à questão, todavia, em uma mesma resposta, por vezes, houve mais de um aspecto indicado ou de um desafio a ser superado. Portanto, identifiquei 97 citações de aspectos listados como positivos e 71 de desafios previstos.

No que se refere aos aspectos considerados positivos, classifiquei as respostas em três categorias de análise. Uma delas foi referente a aspectos pedagógicos e duas delas focadas nos conteúdos abordados pela proposta. A primeira delas, de cunho pedagógico, diz respeito a respostas que citaram que a proposta da “Grande História” carrega em si a possibilidade de integrar diferentes componentes curriculares, propiciando trabalhos interdisciplinares e que conectam distintos conteúdos. Esta categoria contou com 25% das respostas a respeito de características positivas da proposta. A seguir, algumas respostas que exemplificam a ideia.

DAP - Acredito ser uma forma de abordagem bastante atrativa para os estudantes, pois permite desenvolver uma linha de pensamento onde as inter-relações são evidenciadas, incentiva uma lógica de raciocínio que altera constantemente as escalas

temporais/espaciais, entre o micro-macro... Permite mobilizar conteúdos diversos ao mesmo tempo, não sendo "caixinhas" esquecidas de "matérias dadas/vencidas", pois para entender determinado tópico, é necessário retomar conhecimentos anteriores e também despertam novas dúvidas... Acredito ainda que dessa forma nenhum conteúdo é visto como "sem sentido" ou "inútil", trazendo mais empolgação para o processo de aprendizagem. Além de permitir reflexões maiores sobre as conexões e, talvez, sobre as consequências de nossas ações (ex.: alterações ambientais, posicionamentos políticos, modelos sociais etc.). [...]

AMLL - Acredito que existe uma grande possibilidade de desenvolver, pois já utilizei as duas primeiras aulas do curso para ampliaras ideias nas aulas sobre a origem da vida na terra, nos primeiros anos do ensino médio. O curso é rico e amplia as ideias e a visão em vários aspectos da biologia, química e física.

JPSJ - Acredito que a proposta de desenvolver algum projeto na direção do curso é muito válida. Até mesmo em questão de interdisciplinaridade, chamando professores de várias áreas para contribuir e assim convergir para a ideia central do curso. [...]

ACJ - Acredito que o curso foi algo maravilhoso e que abriu novos horizontes, quando se fala em novas formas de trabalhar com os alunos. É possível sim desenvolver com os alunos utilizando esse formato, partindo do princípio que tudo está interligado de uma certa forma. [...]

MLC – [...] Quanto aos aspectos positivos, é que eles já estudam no Ensino Médio as disciplinas de Física, Química e Biologia, o que torna mais fácil o entendimento do conteúdo. [...]

DLF - Com toda certeza buscarei trabalhar com meus futuros alunos algo parecido com esse curso. Abordar as coisas assim de forma interdisciplinar dá uma maior noção da totalidade que envolve o conteúdo ministrado [...].

KHK - Avalio como algo muito positivo, que contribui para o aluno entender a Interdisciplinaridade das áreas do conhecimento, e talvez dá uma visão mais humano e menos egocentrada da realidade. [...]

A segunda categoria, centrada na análise do conteúdo conceitual da proposta, contou com a maior parte das críticas positivas, ou seja, 64% delas. Os elogios à “Grande História” se deram devido ao fato de ela tornar os conteúdos compreensíveis, contextualizados, de relacionar aspectos pontuais com os gerais, e de poder instigar os alunos a refletirem. Diria, nas ideias de Morin, que a proposta torna os conteúdos pertinentes, dando a eles sentido e os relacionando a outros mais. A seguir, algumas respostas que exemplificam a ideia.

LCAS - Tenho muita vontade e grandes expectativas de desenvolver com meus alunos algo sobre o Universo e(m) nós. Os aspectos positivos seriam a construção de conhecimentos interligados sobre a origem e o destino do universo, da vida e da humanidade. [...]

MGM - Esse seria um tema muito interessante para trabalhar com os alunos em sala de aula e que poderia permitir uma expansão do entendimento deles sobre a nossa relação com o Universo e como cada um de nós pode contribuir para a história e evolução da humanidade, da Terra e do Universo. [...]

JLB – [...] Trabalhar os conhecimentos adquiridos no curso com meus alunos proporcionará a eles, no decorrer do seu desenvolvimento intelectual, a percepção de que fazem parte do Universo e o influenciam por meio de suas ações. [...]

EV - Considero fundamental um ensino nessa direção. Isso possibilitaria uma visão de totalidade pois tudo o que existe está em constante relação e interação. Além disso, essa perspectiva transmite a ideia de "processo", de que tudo está em constante transformação. [...]

MCS - Esse conteúdo é muito necessário para uma melhor compreensão de quem somos, onde estamos e qual futuro espera por nós, enquanto indivíduo, nação e seres universais. [...]

A terceira categoria, ainda sobre aspectos positivos da proposta, também esteve centrada em analisar os conteúdos presentes. Os/as participantes enalteceram o fato de eles ajudarem os alunos a romperem com visões absolutas, as quais podem ser em relação

ao ser humano, tido como finalidade última da história evolutiva e controlador da natureza, quanto em relação à ideia equivocada de ciência como conhecimento supremo e verdadeiro. Foram 11% das respostas que se encontraram neste eixo. Apresento, a seguir, algumas delas:

MAG - A avaliação é que incorporaria nas minhas aulas, com muito prazer, a desconstrução da prepotência humana em acreditar em uma intencionalidade que privilegiaria o HOMO SAPIENS. Em se tratando do otimismo de STEVEN PINKER, questionaria com meus educandos a talvez proposital ausência de grande parte dos países periféricos e semiperiféricos em seus gráficos. [...]

MLS – [...] Aspectos positivos é que para entender esses temas é preciso desenvolver senso crítico e o debate sadio. [...]

MCSC - Estudar o universo desde sua concepção, transformações e futuro demonstra também a nossa fragilidade, mas também revela a potencialidade que temos em nossas mãos, para criar e proteger ou destruir. [...]

ABFM - O curso o Universo e(m) nós trouxe abordagens significativas como a magnitude do Universo, mostrando que a existência do mesmo possibilitou o surgimento da espécie humana. Por isso que os seres humanos não podem ser considerados como "especiais" por causa da transitoriedade da existência deles na Terra [...].

APBN – [...] Como mencionado no curso, não somos o centro de nada, como erroneamente acreditamos por anos, talvez aprendendo isso desde cedo, as novas gerações passem a se importar mais com o outro e com toda forma de vida. [...]

ESCV – [...] Acredito que abordar esse tema com os alunos já irá prepará-los para não mais ver que tudo foi criado para o ser humano, muito pelo contrário, estamos cada vez mais longes de ser o "centro de atenção" desse gigante Universo.

No que se refere aos desafios a serem superados para implementar alguma ação em seus locais de trabalho e que estivessem pautadas na proposta da “Grande História”, foram várias as ideias apresentadas. A mais expressiva delas, com 42% das respostas,

referiu-se ao desafio de transformar o conteúdo apresentado em um conteúdo ensinável aos alunos. Em suas respostas apareceram preocupações com criação de materiais, de metodologias e adequação dos temas à idade de seus estudantes. Apresento, a seguir, algumas respostas que ilustram tais preocupações.

JTV - Como trabalho com alunos da educação infantil, teria que adaptar o conteúdo estudado, porém sem fugir do conhecimento científico. A criança deve ter acesso à verdade desde a mais tenra idade, começar com noções básicas para entender as mais complexas.

MGM – [...] O grande desafio seria, por exemplo, fazê-los compreender como esse Universo está dentro de nós. Uma alternativa seria começar apresentando os elementos que compõem o nosso corpo, dos animais, das plantas que são os mesmos a formar um grão de areia e uma estrela bem distante da Terra.

SRC - Uma proposta inovadora que possibilitaria um novo olhar sobre o universo e como fazemos parte dele; o principal desafio, acredito, seria encontrar as ferramentas adequadas para trabalhar esse tema. Uma ideia, que sempre tenho em mente, seria trabalhar por meio de projeto o estudo do Universo desde o início da vida escolar dos alunos. Obs: professor, aceitaria fazer parte desse projeto?

DLF – [...] o desafio é realmente vencer o currículo fragmentado, mas talvez seja possível, por exemplo, trabalhar em forma de "projeto de pesquisa" ao longo do semestre.

JSR – [...] O desafio seria a complexidade em relação aos temas e conteúdos a serem desenvolvidos com os alunos. Sendo assim, é necessário que o professor busque estratégias e metodologias diferentes, aulas dinâmicas e lúdicas, visando uma linguagem mais acessível.

O segundo aspecto desafiador para os/as participantes diz respeito à formação que o/a professor/a deve dispor para desenvolver uma proposta pautada na “Grande História” com seus alunos. Reconhecem a diversidade de conhecimentos envolvidos e a dificuldade, e muitas vezes, a própria falta de tempo para poderem estudar e se prepararem. Contou com 24% de respostas, algumas delas transcritas a seguir:

DAP – [...] São diversos os desafios para implementação desse tipo de abordagem, pois os professores ao entrar em aspectos tangentes ao seu conteúdo, teria que conhecê-los, ou expor seu desconhecimento - muitos, devido a pouca formação, "fogem" de certos assuntos, direcionando-os para outras disciplinas. Assim, a constante formação docente (que demanda incentivo, plano de carreira etc.) é essencial para tal modelo. [...]

MC – [...] O professor, me incluo, precisa com urgência mudar o modo como vê o mundo em que vive, sua origem, seu futuro, e repassar isso aos alunos. Curso perfeito.

CCRE – [...] Como desafio, aponto, em primeiro lugar, a necessidade do professor ter um conhecimento amplo, reflexivo, multifacetado, tanto dos conteúdos que ele vai trabalhar quanto de possíveis recursos/ferramentas que utilizará.

EV – [...] Creio que teríamos muitos desafios, sendo o principal o limite de conhecimento sobre as diversas áreas. Uma das possibilidades é buscarmos constantemente nos aperfeiçoarmos e termos como base essa visão de totalidade como a abordagem desse curso. Gratidão pela oportunidade.

MP – [...] as dificuldades poderiam aparecer na formação do professor, que para ensinar de tal maneira, deve ter diversas competências e conhecimentos, o que demanda muito e é muito raro de acontecer.

JPSJ – [...] Em uma escola pública, o grande desafio seria convencer outros professores a participarem, visto que existe muito desânimo, devido a grande quantidade de estudantes que os professores tem que dar de conta [...].

O terceiro aspecto desafiador para os/as participantes diz respeito a elementos do cotidiano escolar que podem emperrar o processo. Eles destacam os currículos previamente organizados e que oferecem pouco espaço para abertura a novos assuntos, além de aspectos relacionados ao tempo disponível para tais assuntos serem articulados no seio de suas escolas. Foram 18% das respostas que seguiram nesta direção, algumas delas apresentadas a seguir, a título de exemplo.

OMM – [...] Há, obviamente, o desafio de incluir essas temáticas em um projeto pedagógico de curso que não prevê esse estudo em uma carga horária já escassa. [...]

NCMM – [...] Um desafio seria se a escola aceitaria fazer um projeto desse, pois as escolas tem seus próprios planejamentos e eu ainda não sei como funciona isso, pois eu trabalho ainda como estagiária numa escola particular com alunos do 6º ano, então não sei se daria pra chegar na direção, coordenação e organizar algo desse tipo, porém eu ficaria muito feliz caso algo pudesse ser feito.

AMC – [...] Penso que o maior desafio está ligado à grade curricular, que é muito extensa. É preciso fazer cortes, realizar escolhas...

LAM – [...] as dificuldades seriam muitas também, especialmente no que tange à grade curricular. Há pouco espaço para apresentar conteúdos que não sigam aquilo que já está predeterminado pelas diretrizes básicas. Ainda assim, creio que esses sejam obstáculos que podem ser vencidos, pois esse é um conteúdo que vale a pena.

O quarto aspecto, indicado por 10% dos/as cursistas, diz respeito ao confronto que a proposta traz em relação a crenças dos estudantes, principalmente, as religiosas. Referem-se, também, ao rompimento com ideias arraigadas, como a que o ser humano tem um propósito em sua existência, e que revelaria, em última essência, sua importância. Apresento algumas dessas respostas a título de exemplo.

LSAS – [...] Outro desafio seria a questão religiosa e cultural dos estudantes. Muitas vezes, ao tratar de determinados assuntos em Ciências, recebemos muitas críticas e ataques das famílias religiosas extremistas.

RABS – [...] Os desafios seriam o de contribuir para a desconstrução de alguns conhecimentos empíricos considerados científicos, e sim conceituar cientificamente a construção da vida, de compreendermos o universo a partir de nós.

FER – [...] Penso que o maior desafio de se tratar o assunto na atualidade seja a questão do conservadorismo, cada vez mais forte e presente entre os estudantes. Porém é dever

da escola também atuar nessas situações em que o negacionismo atua de maneira a desacreditar os fatos científicos.

ECBS – [...] Penso que o cristianismo ou os pensamentos Inflexíveis será o grande desafio, por tanto, todo esse contexto dará aos alunos curiosidades sobre as descobertas científicas.

O quinto desafio apresentado pelos/as participantes diz respeito à dificuldade em contar com os pares para desenvolver uma proposta que os tire de suas “zonas de conforto”, algo que, segundo os/as professores/as, nem todo docente quer sair. Foram apenas 4% dos/as participantes que expressaram essa crítica, exemplificadas nas respostas transcritas a seguir.

OMM – [...] Há também o desafio do diálogo com colegas de área, com coordenações e corpo docente, nem sempre dispostos a contemplar essas discussões na prática pedagógica do dia a dia.

ACJ – [...] O desafio maior, acredito eu, seria sair do comodismo que muitas vezes nós professores nos encontramos.

Por fim, apenas 1% dos cursistas se referiu ao fato de o desinteresse dos alunos por uma proposta como a “Grande História” ser o aspecto desafiador para seu uso em aula. A seguir, a resposta que revela tal crítica.

GASA – [...] Talvez os desafios a serem atravessados seria lidar com um conhecimento deficiente dois alunos com relação a formação do universo e um possível desinteresse dos mesmos por um tema tão inconcluso, mas que na minha opinião, é o que faz o tema maravilhoso.

5.3.3 Identificar aspectos que necessitam ser contemplados, segundo os/as participantes, nos cursos de formação docente, de modo a permitir o trabalho dentro da proposta da “Grande História.”

Para explorar esse tópico, tomarei como dados as respostas das perguntas 3, 4 e 5. Com a primeira delas, apresentada na semana 6, busquei identificar o perfil dos inscritos no curso. Vale destacar que volto a estes dados, já apresentados anteriormente, porque nem todos/as inscritos/as permaneceram frequentes até a sexta semana de curso. Sendo assim, apresento, a seguir, o resultado daqueles que, efetivamente, responderam às questões a seguir.

Foram 152 respostas obtidas, distribuídas conforme o quadro a seguir:

Quadro 16: Percentual de formações dos que responderam às perguntas da semana 6.

Curso de graduação	Percentual das respostas
Licenciatura em Ciências Biológicas	30%
Licenciatura em Pedagogia	28%
Licenciatura em Física	8%
Licenciatura em Letras	6%
Licenciatura em Geografia	5%
Licenciatura em História	5%
Licenciatura em Matemática	5%
Licenciatura em Química	2%
Licenciatura em Ciências	2%
Licenciatura em Filosofia	1%
Licenciatura em Artes	1%
Outro curso de formação (engenharias, secretariado, ecologia, gestão ambiental, enfermagem)	6%

Fonte: O autor (2021).

Pelos dados é possível perceber que a grande parte deles(as) ou atuam com ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental e Biologia do Ensino Médio, ou são profissionais que trabalham na Educação Infantil ou anos iniciais do Ensino Fundamental, ou seja, via de regra trabalham com todos os componentes curriculares em sala de aula.

Vale destacar que 26% dos(as) participantes afirmaram ter formação em nível de pós-graduação, sejam eles em cursos *lato* ou *stricto sensu*.

Como parte das perguntas da semana 6, tive como objetivo compreender, na visão deles, como eles avaliavam os cursos de formação inicial das universidades, quando comparados a um trabalho que busca articular conhecimentos, como o proposto pela “Grande História”. Destaco que tive que desconsiderar 43 respostas oferecidas pelos participantes a essa pergunta, pois não houve uma clara compreensão do que fora questionado. Eles/elas entenderam que se tratava de avaliar o curso “O Universo e(m) nós”, e não a formação inicial que tiveram quando acadêmicos. Como a análise dos dados foi feita após a conclusão do curso, não foi possível solicitar a esses/as docentes que respondessem novamente. Sendo assim, aproveitei 95 respostas que estiveram de acordo com o que solicitei que avaliassem.

Dentre estas respostas, apenas uma participante afirmou que sua formação prévia contemplou aspectos na direção do curso, ou seja, numa visão que tece os assuntos de maneira articulada. Exceto esse caso, todas as demais respostas indicaram lacunas nos cursos oferecidos pelas universidades ou faculdades, e que se dividem em duas grandes categorias, quase com o mesmo percentual de respostas.

No primeiro bloco, que contemplou 51% das respostas, os/as participantes do curso ponderaram que seus respectivos cursos de formação não contemplaram em seus currículos diversos conteúdos que foram abordados na “Grande História”. Nesse sentido, avalio que eles consideram que esse é um dos requisitos para que conseguissem desenvolver uma visão integradora, ou seja, desde que esses temas fossem trabalhados na formação.

As respostas abaixo ilustram essas concepções:

RCJJ - Em relação a minha formação inicial, houve e ainda há uma falha muito significativa. Pois os cursos oferecidos para atuar como docente do ensino fundamental anos iniciais não apresentam e nem discutem áreas do conhecimento como estas apresentadas nesta formação. Não há aprofundamento suficiente que me embase na prática pedagógica, quando já estamos em sala de aula é necessário uma procura constante, mas as vezes em fontes equivocadas, quanto a estes conteúdos.

MC - Penso que não consigo responder, não com total conhecimento. Me formei no ensino superior fazem muitos anos, quando eu estudei não tinha esses itens, pelo menos

não no curso que eu fazia. Hoje, desconheço a grade curricular dos cursos de nível superior, então, responderia essa questão erroneamente. Teria que pesquisar mais. Mas, pelos comentários de colegas professores, são conceitos não estudados na maioria dos cursos de licenciatura.

JSBC - Na minha opinião a minha formação deixa muito a desejar frente a proposta do Universo em nós, pois, esse assunto de astronomia, universo não é um tema que tem interesse nas Universidades.

BCRGP - A minha formação foi muito precária nesses aspectos. A minha faculdade não entrou nesses conteúdos. Busco a formação continuada e os estudos autônomos, pois acho importante na formação de meus alunos do ensino médio. [...]

CSFS - Minha formação inicial foi deficitária no que se refere a conceitos vinculados à Astronomia. Embora a licenciatura em Ciências Biológicas me permita lecionar Ciências no Ensino Fundamental, componente curricular que traz elementos da Astronomia e da Geologia, minha graduação favoreceu o desenvolvimento conceitual de conteúdos estritamente biológicas. [...]

VHB - No curso que concluí a alguns anos não teve esta abrangência do Universo, o seu alcance esteve um pouco além da atmosfera. [...]

Desses 51%, que representam 48 respostas, houve seis professores(as) que adicionaram um outro elemento como crítica, ou seja, a necessidade também que os assuntos dialoguem entre si, conforme os exemplos a seguir:

LSL - Acredito que durante o curso de biologia as disciplinas precisariam conversar mais para tentar chegar numa proposta interdisciplinar tal como o presente curso. Por exemplo, num mesmo semestre tivemos geologia e paleontologia, e as docentes responsáveis não utilizaram de uma oportunidade rica para interligar ambas, foram apenas despejados inúmeros conteúdos conceituais que precisávamos decorar para as avaliações teóricas. Além disso, durante toda a graduação não estudamos nada sobre origem do universo e origem da Terra, o que com certeza enriqueceria nossa formação e preparação para a licenciatura.

SMC - No período em que cursei minha graduação e o mestrado na UFU, não tive acesso a esse tipo de conhecimento oferecido no curso O Universo e(m) nós. Posteriormente busquei fazer leituras que pudessem sanar essa minha curiosidade, mas mesmo assim muitas lacunas ficaram em aberto, sem resposta... O curso 'O Universo e(m) nós' engloba várias vertentes do conhecimento que se complementam e isso é praticamente impossível de encontrar em cursos de formação de professores. Por isso agradeço muito a oportunidade de participar desse curso.

Na outra metade das respostas, ou seja, 49% delas indicaram que os cursos de formação padecem de uma especialização dos componentes curriculares, que via de regra não se articulam entre si ou em torno de um tema aglutinador, conforme evidenciam os exemplos abaixo:

JNP - A formação acadêmica tem ficado cada vez mais fragmentada e com isso vamos perdendo a noção do todo, começamos a pensar somente dentro da "caixinha" que fomos formados. [...]

LAM - Um curso superior é estruturado em diferentes disciplinas, a maioria delas específicas para aquele curso e organizadas e subdivididas de forma a abordar tópicos e temas relacionados à trajetória acadêmica determinada pela grade do curso. Ou seja, em um curso superior há um foco na formação acadêmica/profissional. Não se encaixam disciplinas mais generalistas, como é a proposta de "O Universo e(m) nós". [...]

MAG - A formação acadêmica oferecida nas faculdades / universidades nem sempre caminha pela interdisciplinaridade e em oferecer uma boa qualidade na construção do conhecimento na graduação porque a avaliação dos professores universitários enveredou no sentido de priorizar a pesquisa com a publicação de artigos e a participação em congressos, seminários e semanas científicas para melhorar o currículo e o ranking da universidade. Neste sentido, o aspecto quantitativo foi privilegiado e a qualidade das pesquisas e da docência se perdeu ao longo do caminho. [...]

CDRE - De maneira geral, a formação acadêmica é muito compartimentada. O estudante quase não é incentivado a buscar conhecimento fora do campo científico de seu curso.

MROF - Acredito que as formações acadêmicas ficam num campo mais restrito de formação, ou seja, quem faz um determinado curso fica especialista naquela área. E as áreas na verdade são todas interligadas. O curso me mostrou um outro universo de informações.

AKDSA - A formação acadêmica oferecida está longe de ser tão ampla e ao mesmo tempo interligada. O que posso dizer por experiência pessoal é que tive uma formação fragmentada e com pouca interligação entre as disciplinas ofertadas.

LGR - A formação acadêmica tem um foco muito específico, o que por sua vez tem suas vantagens tal como permitir produção e colaborações de alto nível. No entanto, tem como negativo a possível aceitação ignorância quanto a tudo o que não é estudado. “O Universo e(m) nós” tem uma abordagem generalista muito útil pra novas conexões e possibilidades de interdisciplinaridade. Todas as áreas de conhecimento tem a ganhar com novas perspectivas e todos os indivíduos que acrescentam novas camadas às suas perspectivas percebem o quão mais relevante é pensar e questionar ao invés de proclamar e descobrir a verdade.

DRS - Na minha formação acadêmica em Pedagogia não chegamos nem perto de estudar assuntos tão diversos e ao mesmo tempo tão interligados, fala-se muito da importância da interdisciplinaridade, mas infelizmente na prática dentro da Universidade não é o que ocorre. A maneira como os conteúdos são ensinados no curso " O Universo e(m) nós" me encanta e me inspira, uma vez que estou (pela primeira vez) experimentando esse cruzamento de tantos conteúdos.

DFS - Penso que a formação acadêmica é muito fracionada, muito "fechada". No curso de Física, por exemplo, não tivemos discussões filosóficas, biológicas, históricas, sociológicas etc. acerca de conceitos ou fenômenos. Hoje percebo a importância de fazermos uma contextualização histórica, política, sociológica etc. do que estamos estudando. [...]

Ainda na semana 6, questionei os(as) participantes acerca do que deveria ser revisto ou modificado para que os cursos de formação pudessem contemplar uma proposta integradora, como a da “Grande História”.

Como ocorrera na pergunta anterior, desconsiderei 24 respostas do total de 135, pois se restringiram a avaliar o curso em andamento, e não teceram apontamentos a respeito da formação inicial que as instituições oferecem.

Em linhas gerais, as respostas que focaram no que fora solicitado o fizeram com base em três categorias. Na primeira delas, composta por 45% das respostas válidas, os/as participantes entendem que uma proposta como a do curso oferecido deveria se constituir numa disciplina para os cursos de licenciatura. Curiosamente, a sugestão segue na contramão das críticas que geralmente foram feitas, ou seja, em uma disciplina, ainda que integrado no seu interior, não assegura que ela não possa se configurar como algo que permanece isolado dentro de um curso e sem diálogo com as demais.

As respostas a seguir ilustram esse tipo de sugestão.

DTS - Entendo que deve entrar na grade de ensino, nas instituições de ensino, já que leva os estudantes a entender melhor, que estamos aqui, mas teve um processo e uma situação que favoreceu isso. [...]

POB - Sugiro a implantação de projetos que abordem esta proposta.

ECBS - Penso que se acrescentar uma disciplina específica ou até mesmo uma oportunidade de extensão com os conteúdos de " O universo e (em) nós seria de ótima relevância para os educadores.

LRFE - Sugiro que este curso faça parte da grade curricular de todas as formações. Se não é possível que ao menos trabalhem com conceitos científicos e históricos.

APBN - Acredito que deveria haver uma disciplina inicial em cada curso de formação que abordasse essa temática.

JOPN - Como eu já tinha falado eu acho que um curso como este devia ser quase obrigatório para se conseguir o diploma, devido a sua utilização em sala de aula muito maior que outras coisas que são usadas para se ensinar os alunos.

Isso mostra que, apesar de entendermos que a fragmentação dos saberes impacta a perda da visão do todo, e que o curso mostrou uma possibilidade de resgate da unidade, ainda não sabemos exatamente como sugerir uma possibilidade que fuja à estrutura

curricular, possivelmente, porque os/as docentes também foram formados dentro desta lógica.

Na segunda categoria de respostas, composta por 42% delas, estão aqueles/as que julgam que os currículos dos cursos de formação inicial devem ser repensados em torno de uma lógica que articule diferentes campos de conhecimento. Tais reestruturações passam por aspectos como organização curricular dos cursos, articulação entre unidades acadêmicas e entre docentes, conforme exemplificam as respostas a seguir:

JNP - A ampliação de cursos de extensão são fundamentais para o desenvolvimento das diversas áreas do conhecimento. Ao trazer para o currículo dos cursos disciplinas transversais é possível ampliar a visão do conhecimento enquanto todo, não fragmentado.

DT - Que se tenha bem clara a seguinte noção na preparação da grade curricular dos cursos: nenhuma ciência ou disciplina caminha sozinha. Elas se complementam.

FER - Ainda é um desafio atingir a educação interdisciplinar, no entanto é preciso caminhar em busca desse objetivo. A maioria das universidades possuem uma diversidade de cursos, penso que projetos que integram mais de um curso possibilitaria diferentes visões sobre determinado assunto e, portanto uma visão menos fragmentada. Assim como é possível que nas escolas professores de diversas disciplinas abordem um assunto com perspectivas diferentes, essa lógica poderia ser usada nas universidades. Não entre as disciplinas de um mesmo curso, mas em cursos diferentes com concepções, vivências e objetivos diferentes.

TFOC - Busquem trabalhar a interdisciplinaridade e uma formação mais completa. Como no nosso curso que passamos por várias áreas científicas.

ESO - Trabalhar em forma de projetos amplos, interdisciplinar e práticos, puxando algumas especificidades de cada disciplina.

ARS - Sugiro que os cursos de formação sejam mais interdisciplinares (claro que na medida do possível), que conversem e se relacionem mais com outras áreas de conhecimento, de modo que as relações entre essas áreas se tornem mais explícitas.

CMM - Acredito que esses cursos poderiam "conversar" entre si e organizar currículos comuns que atendessem a visão proporcionada por esse curso, o Universo e(m) nós.

Finalmente, na terceira categoria, composta por 13% das respostas válidas, estão aqueles/as que julgam que são as metodologias desenvolvidas nos cursos de licenciatura é que devem ser melhoradas, privilegiando práticas mais significativas aos licenciandos, de acordo com as respostas a seguir.

LCAS - A metodologia do curso "O Universo e(m) nós" é excelente. Pois os conhecimentos conectados (em nós) são compreendidos de forma muito mais clara e efetiva. Meu desejo é incorporar essa metodologia nas minhas aulas. Sugiro uma formação para nós professores que nos prepare para usar a proposta do curso em nossas aulas.

MAG – [...] Outro problema que impede os cursos de formação universitária de melhorar a sua qualidade é a incapacidade de rever criticamente o conteúdo e a forma como estão construindo o conhecimento com os graduandos. Grande parte dos docentes universitários ainda estão presos na aula expositiva, nos slides e não sabem selecionar estratégias de ensino e aprendizagem, que realmente aproveitem o conhecimento prévio e selecionem um conteúdo que seja significativo na vida dos educandos.

TCD - Não se fixar em apenas um ponto, mas no que "rodeia" esse ponto. Para se falar de um tópico é necessário falar sobre o que antecede e sucede a ele para que tenhamos um claro entendimento e um melhor aproveitamento, e eu estou encontrando isso nesse curso.

NCMM – [...] Esse tipo de abordagem permite que conteúdos ganhem mais sentido, quando o aluno percebe o quanto os aprendizados podem fazer parte da própria existência. O intuito é, a partir de uma situação-problema, explorar diversas formas de solução. E isso nunca foi tão importante como nos dias atuais. Uma das razões são as transformações ocorridas nos últimos anos. Elas nos impactaram em diversos aspectos, inclusive no modo como gerações recentes, lidam com problemas e tomam decisões. [...]

RABS - Que utilizem uma metodologia similar a este curso de extensão e que se articulam de forma interdisciplinar.

5.3.4 Avaliar, na óptica dos/das professores/as participantes, em que medida a “Grande História” dá pertinência aos saberes que ela trata, ou seja, situações num contexto

A última questão que os/as participantes responderam buscou identificar que percepção eles/elas possuíam a respeito da pertinência dos conteúdos abordados no curso, ou seja, quando ele pode ser situado num contexto, segundo Edgar Morin. Nesse sentido, os/as questioneei a respeito da avaliação do curso, ou seja, sobre a tal pertinência, principalmente, pensando no trabalho com eles/elas nas escolas. Houve professores/as que, possivelmente, não entenderam a pergunta e somente se restringiram a avaliar o curso, referindo-se a aspectos como materiais usados, metodologia das aulas, e a minha maneira de conduzir os tópicos. Essas respostas foram retiradas da análise, pois fugiram do que fora proposto. Restaram, portanto, 88 respostas que considerei válidas, as quais pude identificar dois grupos principais.

O primeiro grupo de respostas, que concentrou 57% delas, justificou que o curso dá pertinência aos conteúdos abordados na medida em que consegue articulá-los, relacionar diferentes campos de conhecimento, no que chamaram de interdisciplinar ou transdisciplinar. A seguir, alguns exemplos de respostas que foram alocadas neste eixo:

WPS – Que todos os conhecimentos advindos das inúmeras disciplinas oferecidas pelas instituições de ensino, se interligam, não são páginas fechadas, todas se complementam parte por parte como um todo. A resposta para uma pergunta que não temos, pode estar em outra disciplina. [...]

TFOC- Esse curso trabalha com o todo, relacionando matérias e conteúdos, o que acho muito importante. Também ele dá significado as matérias, muito que não tinha entendido na escola, passei a dar interesse a partir desse estudo.

MAG - A avaliação do curso "O Universo e(m) nós" como possibilidade de dar pertinência aos diferentes conhecimentos trabalhados na escola é positiva porque foi capaz de enfrentar o desafio da interdisciplinaridade. [...]

AMLL - O curso "O Universo e(m) nós" nos dá a possibilidade de ampliarmos ideias, trazermos outros conceitos além daqueles colocados nos chamados livros didáticos, nos permite trabalhar diferentes áreas do saber na medida que instiga a explorar e principalmente estabelecer correlações entre diferentes disciplinas e saberes.

MMT - O curso foi bastante didático e complementar para minha formação, uma vez que dialogou com diversas áreas do conhecimento, desde as ciências humanas até as naturais. Portanto, penso que a interdisciplinaridade, quando estudada de maneira assertiva, nos permite conhecer o ser humano da forma como ele é, e não como deveria ser. Para que isso ocorra seria interessante que as escolas o fizessem desde a tenra idade.

MLS - O universo e(m) nós é um tema muito bom de se abordar porque pode linkar com física, química, biologia, história entre outras. Ajudando assim a desenvolver temas extras dessas disciplinas.

MLC – [...] Pessoalmente, acredito que precisamos trabalhar com a interdisciplinaridade nas escolas. Pois, nosso conhecimento "não deve" ser guardado em gavetinhas isoladas umas das outras.

DLF - O curso "juntou" aquilo que os currículos comuns separam, apresentou temas bastante complexos mas de uma maneira tão gostosa que deu para entender. Isso deu mais sentido ao conteúdo. Acredito que é interessante levar algo assim para as crianças a fim de mostrar que as disciplinas são apenas caixinhas nas quais separamos "pedaços" das explicações sobre o mundo que as cerca, mas que esse mundo, na realidade, é algo complexo, e que é preciso relacionar aquilo que é trabalhado em uma disciplina com o que é trabalhado nas demais.

GNP - Avalio como sendo de grande pertinência o conhecimento trabalhado no curso. Como dito na resposta anterior, a abordagem transdisciplinar permite reconhecer as relações entre disciplinas e perceber que a divisão dos conhecimentos é feita por uma

questão de organização do pensamento e compreensão das partes. Consequentemente, isso se traduz em uma ampliação do pensamento e em uma maior compreensão do todo.

O segundo grupo de respostas, composto por 43% delas, contou com justificativas que atribuíram a pertinência dos conteúdos do curso ao fato de poderem ser visto em um contexto, de poderem explicar conceitos que nem sempre eram entendidos, por serem vistos deslocados de um cenário maior. Nesse sentido, para estes/as professores/as, a contextualização traz não somente maior compreensão do assunto, mas também pode motivar os alunos, aguçando neles a curiosidade. São exemplos de respostas nesta direção as apontadas a seguir:

LCAS - O curso é totalmente contextualizado com a nossa realidade. Na minha opinião como educadora é de fundamental importância para a formação global, científica, humana e ética de todo ser humano que ele conheça, reflita e se posicione sobre o universo, a vida, a sociedade, nós mesmos e o nosso futuro.

MGM - O tema do curso permite estabelecer relações comprovadas entre a vida na Terra e o restante do Universo, baseado na química, evolução e em diferentes Ciências Humanas que também foram abordadas no curso. Dessa forma, os alunos podem compreender a importância dos diferentes temas estudados em sala de aula.

ACJ - Eu amei o curso. Acredito que é possível sim reorganizar a forma de trabalhar os conhecimentos com os alunos, para que possamos realizar dessa maneira, mostrando tudo dentro de um contexto.

AG - Concordo com ele [Morin], (tanto que ele está sempre sendo citado em concurso para professor) se o assunto tratado em sala de aula não estiver no dia a dia do aluno será muito difícil conseguir sua atenção e comprometimento. E este assunto sobre o universo temos uma grande vantagem, pois é interessante, tecnológico e misterioso e os alunos, na grande maioria gosta muito e se envolve e à partir disso explorarão só o assunto Universo, mas trazer a parte tecnológica junto, como as invenções que foram criadas para a exploração espacial estão em nossa casa como o microondas, a internet, a comunicação em geral. [...]

AHLG - Penso que o curso com seu vasto conhecimento de diversas áreas aprendidas principalmente na escola, juntos formam um aglomerado de informações que além de atrair a curiosidade de muitos serve de conhecimento pra quem pretende seguir isso na vida. Assim servindo e dando propósito para disciplinas que não eram muito exploradas na época de escola.

LKAS - O curso abriu possibilidades pra que a gente possa trabalhar em sala de aula a ideia de ser parte do universo e conseguir relacionar nosso cotidiano com tudo que vive neste universo todo.

LSS- Penso que seria uma oportunidade de evidenciar aos alunos que tudo está entrelaçado e que nós, enquanto seres humanos, não somos algo separado do ambiente, do planeta ou dos cosmos, mas que fazemos parte desse todo, fruto de um processo de bilhões de anos. Muitas vezes os estudantes me questionam o porquê de aprender determinada coisa, se eles não vão usar isso no futuro. Talvez com essa proposta eles comessem a despertar uma percepção de que compreender essa 'grande história' e todos os conhecimentos em sua esfera os ajude a entender quem somos nós e o nosso papel para com o futuro da espécie.

Por fim, a última pergunta, ainda a respeito do mesmo objetivo, foi identificar que sentido tem, para o/a professor/a, a explicação do astrofísico Michel Cossé, quando descreve a mesma taça de vinho que cada um/a descrevera em momentos anteriores.

Para análise desta resposta, busquei, inicialmente, checar se o/a participante respondeu afirmativamente, ou seja, se a proposta do curso ajudou a dar sentido à afirmação do astrofísico. O resultado foi que as 113 respostas foram unânimes em afirmar que a descrição da taça de vinho sugerida no enunciado da pergunta fazia sentido. Partindo deste ponto, meu intuito foi ir além e buscar entender as justificativas pelas quais a proposta do curso deu a eles/elas esse sentido. Isso foi possível em parte das respostas, quando os/as professores explicavam o porquê de terem compreendido a descrição da taça de vinho pelo cientista. Em algumas delas, não houve tais justificativas.

Assim sendo, organizei suas respostas em três categorias: em uma delas aglutinei as que não trouxeram elementos para explorar em quê, especificamente, o curso ajudou, conforme afirmei anteriormente. Em outro bloco associei as respostas que apresentaram como justificativa o fato de o curso ter dado a eles/elas a visão de que há uma conexão

entre todos os elementos, que somos parte de um sistema mais complexo, e que nada pode ser visto separadamente. Por fim, na terceira categoria de respostas aloquei aquelas em que o cerne da explicação justificou que o curso trouxe a visão de tudo está em processo, em transformação, e isso via de regra é atravessado pela energia.

Algumas respostas foram incluídas na segunda e terceira categorias simultaneamente, pois apresentaram as duas justificativas. Portanto, considero que foram, ao total, 126 ideias apresentadas, as quais, numericamente, assim ficaram distribuídas: 27% delas no primeiro bloco, ou seja, não foi possível inferir o porquê o curso deu a eles/elas a compreensão de Michel Cossé; 52% na segunda categoria, ou seja, que justificam a ideia da conexão das partes ao todo; e 21% na terceira, ou seja, que tudo está em processo de transformação.

A seguir, apresento alguns exemplos de respostas para cada uma das categorias.

Para quem não apresentou justificativas:

ECHW - Que ele mergulhou fundo, deve ser muito entendido sobre o assunto. Eu particularmente jamais pensaria nestes aspetos citados acima.

TFOC - Se lesse esse texto antes do curso, acharia ele um pouco complexo e literal, mas agora consigo ver o sentido verdadeiro dele embasado no que aprendi.

EV - Com certeza, se essa descrição fosse lida no início do curso, faria pouco sentido. Todavia, nessa etapa, sintetiza e ilustra todo o caminho de estudos que trilhamos até o momento. Parabéns mais uma vez.

VZS - A descrição de Michel Cossé sem dúvidas faz mais sentido agora, olhando para um todo, do que faria ao início do curso.

Para quem compreende que tudo faz parte de um todo maior e mais complexo:

APBN - No início do curso, ao observar a imagem da taça de vinho, via ali apenas uma taça de vinho, talvez com algumas relações mais próximas, relacionadas a uva ou a areia utilizada para a fabricação do vidro. Agora, depois de toda a jornada perpassada através do curso, percebo que o universo está presente em tudo, tudo deriva do início, tudo

contém uma relação com o início da formação do universo, mas ao observarmos só a parte não conseguimos ver o todo, toda a complexidade que integra uma simples taça de vinho. Fazendo essa análise me sinto maravilhada com a complexidade que nos cerca, com o universo presente em nossa vida, no nosso dia-a-dia e como nós, humanidade, fazemos parte dessa complexidade, dando a ela uma continuidade.

JLB - A descrição realizada por Michel Cossé, agora que lida ao final do curso, faz todo sentido se comparado aos conhecimentos adquiridos no decorrer do Curso. O surgimento do Universo nos propiciou os elementos químicos, a energia, a matéria prima, a vida em civilizações, ou seja, para que hoje possamos beber vinho em uma taça de vidro, foi graças ao Universo!

DT - Faz todo sentido, pois se pararmos para pensar, todo o Universo está na taça de vinho. Todo o trajeto durante a História fez a taça e o vinho serem os elementos que são hoje. Eles são interligados com a poeira das estrelas! Afinal, eles e nós viemos dela...

JPAB - A descrição de Michel Cossé, do Universo em nós, antes de estudar o curso, é que nos seres humanos estamos ligados ao Universo, fazemos parte de um todo, muitas vezes sem entender todo o processo, tudo existe por estar ligado.

ACJ - Se fosse ler antes com certeza não entenderia nem a metade do que está escrito, e diria que não tem relação nenhuma uma taça de vinho com a formação do universo. Porém agora depois de ter feito o curso, ainda que com um pequeno entendimento, é possível perceber que tudo que existe no mundo tem uma ligação entre si, tem suas origens interligadas.

Para quem tudo se transforma por meio de processos:

MCSC - Agora transcendeu. Realmente por trás de todo conhecimento e objeto que se tem hoje, existe um passado glorioso de transformações e superação (de atividades, de utilizações, de progresso etc). Uma taça de vinho ou uma garrafa de água nunca será só isso, sempre se relaciona com mudanças ao longo dos anos e as necessidades em torno delas.

RAS - Perfeitamente perceptível a visão, pois demonstra a evolução da ciência, o desenvolvimento da agricultura e da indústria. A modernidade da imagem, traduz em novas técnicas de contar a história da humanidade.

DATB - De fato, podemos concluir, que assim como a produção do vinho, nós e tudo o que nos cerca está em constante transformação.

CH - Faz todo o sentido. A transformação e a evolução estão presentes em cada segundo de vida desse planeta e do universo.

AHLG - Entendo que as coisas são como hoje depois de todo o processo e história de milhares de anos, onde resultou em um mundo mais "rápido" e simplicista para se resolver as coisas.

Pude perceber pelas suas respostas que a narrativa da “Grande História” traz como aspecto relevante, na visão deles, essencialmente o fato de mostrar como os diferentes elementos do mundo, seja material ou imaterial, guardam relações entre si. Na visão de Edgar Morin, poderíamos dizer que são “tecidos juntos”, uma vez que na parte podemos ver o todo, mas também no todo podemos identificar as partes. As justificativas dadas revelam isso, principalmente quando se referem a uma origem comum a todos os elementos químicos que compõem tudo o que existe, além de nada poder se visto de modo isolado. Um outro aspecto considerável e que pode ser atribuído à narrativa foi o fato de tomar as transformações como um eixo condutor, em especial, como fluxo de energia segue modificando as interações existentes. Isso também esteve presente em um percentual significativo de respostas.

5.4 Quadro síntese das categorias

Quadro 17: Síntese das categorias de respostas.

O que se quer analisar?	Pergunta desencadeadora/ Etapa do curso	Categorias / subcategorias	
Avaliar como (e se) os/as docentes participantes articulam conhecimentos de distintos campos do conhecimento para compor uma visão integradora sobre um dado aspecto.	Pergunta 1: Descrever relações entre os elementos da imagem (taça de vinho). – 1ª semana	Relações isoladas (48%)	Nível zero – somente descreve elementos da imagem. (16%)
			Nível um – somente apresenta a relação que já está presente no próprio enunciado, ou seja, o vinho se relaciona com uva e a taça se relaciona com vidro, por exemplo. (26%)
			Nível 2 – apresenta, pelo menos, duas relações para algum elemento da imagem. (4%)
			Nível 3 – apresenta mais do que duas relações para algum elemento da imagem. (2%)
		Conexões entre elementos da imagem (52%)	Nível 1 – apresenta uma conexão entre elementos da imagem. (37%)
			Nível 2 – apresenta duas conexões entre elementos da imagem. (13%)
	Nível 3 – apresenta mais do que duas conexões entre elementos da imagem. (2%)		
	Pergunta 8: Descrever elementos da imagem (taça de vinho) e suas relações. – 8ª semana	Relações ainda isoladas para algum elemento da imagem. (37%)	Nível zero – somente descreve os elementos da imagem. (15%)
			Nível um – somente apresenta a relação que já está presente no próprio enunciado, ou seja, o vinho se relaciona com uva e a taça se relaciona com vidro, por exemplo. (7%)
			Nível 2 – apresenta, pelo menos, duas relações para algum elemento da imagem. (4%)
			Nível 3 – apresenta mais do que duas relações para algum elemento da imagem. (11%)
		Conexão(ões) entre elementos da imagem. (63%)	Nível 1 – apresenta uma conexão entre elementos da imagem. (24%)
			Nível 2 – apresenta duas conexões entre elementos da imagem. (20%)
Nível 3 – apresenta mais do que duas conexões entre elementos da imagem. (19%)			
Pergunta 2: Como as áreas de juntam para explicar a “vida”. – 5ª semana	Repensar a forma como o conhecimento é produzido, ou seja, as áreas devem trabalhar de forma integrada para que se tenha uma visão do conjunto. (52%)		
	Aspectos educativos são caminhos possíveis para se chegar a uma visão integradora do conhecimento. (30%)		
	Ações desenvolvidas nos cursos de formação. (11%)		
	Necessidade de tomada de consciência de que o conhecimento é fragmentado. (2%)		

		Respostas evasivas, que desviaram do foco que fora perguntado. (5%)	
	Pergunta 6: Relações entre um par de ténis e refugiados venezuelanos. – 7ª semana	Uma ou, no máximo, duas relações entre os aspectos indicados, com conexões que resultam em poucas tramas ou desdobramentos. (79%)	
		Relações complexas e interrelação com vários elementos aos venezuelanos e ao ténis, com tramas em várias direções e com distintos pontos de vista. (16%)	
		Descrições independentes para cada um deles ou ideias soltas, sem mostrar claramente como elas se relacionam. (5%)	
	Pergunta 7: Como percebemos as relações entre fatos em um dia na vida de Vânia. 7ª semana	São percebidas pelas conexões comerciais e sociais entre países (globalização). (49%)	
		Não percebemos, em função do modo de vida que fragmenta a sociedade, e também pela sobrecarga de afazeres diários, que não permite que as pessoas tenham tempo de refletir a respeito. (31%)	
		São percebidas por meio de processos que envolvem a troca de energia e matéria-prima entre pessoas e nações. (20%)	
Identificar desafios e dificuldades que os/as docentes participantes do curso apontam para o trabalho com a “Grande História”, quando pensada em seus espaços de trabalho.	Pergunta 10: A avaliação que fazem sobre a possibilidade de desenvolver algo como a “Grande História” com seus alunos. – 9ª semana	Aspectos positivos	Possibilidade de tornar os conteúdos compreensíveis, contextualizados, de relacionar aspectos pontuais com os gerais, e de poder instigar os alunos a refletirem. (64%)
			Possibilidade de integrar diferentes componentes curriculares, propiciando trabalhos interdisciplinares e que conectam distintos conteúdos. (25%)
			Possibilidade de ajudar os alunos a romperem com visões absolutas em relação ao ser humano, tido como finalidade última da história evolutiva e controlador da natureza, ou à ciência como verdade. (11%)
		Desafios	Transformar o conteúdo apresentado em um conteúdo ensinável aos alunos. (42%)
			Formação docente e condições de preparação. (24%)
			Estrutura escolar rígida (currículos e horários). (18%)
			Confronto com crenças dos estudantes, principalmente, religiosas. (10%)
Contar com os pares para desenvolver uma proposta que os tire de suas zonas de conforto. (4%)			
Desinteresse dos alunos. (1%)			
	Pergunta 3: Formação em nível superior que possuem. – 6ª semana	Licenciatura em Ciências Biológicas (30%) Licenciatura em Pedagogia (28%) Licenciatura em Física (8%) [...]	

Identificar aspectos que necessitam ser contemplados, segundo os/as participantes, nos cursos de formação docente, de modo a permitir o trabalho dentro da proposta da “Grande História.”	Pergunta 4: A avaliação que fazem da formação inicial frente à proposta do curso. 6ª semana	Não contemplaram em seus currículos diversos conteúdos que foram abordados na “Grande História”. (51%) Padecem de uma especialização dos componentes curriculares, que via de regra não se articulam entre si ou em torno de um tema aglutinador. (49%)
	Pergunta 5: Sugestões que poderiam ser incorporadas aos cursos de formação. 6ª semana	O curso deveria se constituir numa disciplina para licenciaturas. (45%) Os currículos dos cursos de formação inicial devem ser repensados em torno de uma lógica que articule diferentes campos de conhecimento. (42%) As metodologias desenvolvidas nos cursos de licenciatura é que devem ser melhoradas, privilegiando práticas mais significativas aos licenciandos. (13%)
Avaliar, na óptica dos/das professores/as participantes, em que medida a “Grande História” dá pertinência aos saberes que ela trata, ou seja, situa-os num contexto.	Pergunta 9: Pertinência da descrição de Michel Cossé ao final do curso – 8ª semana	Entendem que há uma conexão entre todos os elementos, que somos parte de um sistema mais complexo, e que nada pode ser visto separadamente. (52%) Não foi possível inferir a pertinência. (27%) Entendem que tudo está em processo ou transformação, e isso via de regra é atravessado pela energia. (21%)
	Pergunta 11: Avaliação que fazem da “Grande História” como forma de dar pertinência aos diferentes saberes. 9ª semana	O curso consegue articular saberes, relacionar diferentes campos de conhecimento, no que chamaram de interdisciplinar ou transdisciplinar. (57%) O curso apresenta conceitos em um contexto, o que facilita a compreensão. (43%)

Fonte: O autor (2021).

CAPÍTULO VI

Olhar para o todo sem perder a parte

O momento de olhar para o conjunto dos dados é também o da oportunidade de descortinar o conjunto de aspectos que puderam ser captados pela experiência realizada. É analisar a parte e enxergar o todo do qual ela se nutre, mas também olhar para o panorama, compreendendo como ele determina e influencia em cada um dos sujeitos participantes do curso, ou seja, as partes.

Olhando inicialmente as partes, julgo que os/as participantes apresentam, em sua essência, articulação de conhecimentos em torno de um dado objeto, podendo ser esse uma taça com vinho ou um par de tênis, conforme sugerido nos questionários. Ainda que por vezes as relações estabelecidas inicialmente pelos/as docentes fossem imediatistas ou calcadas naquilo que fosse mais evidente e simples, não posso dizer que eles/elas não consigam perceber e estabelecer pontes e conexões, como se analisassem somente de modo fragmentado. Isso é um alento. Suas conexões ganham, inclusive, em qualidade, na medida em que o curso caminha, e ainda que o propósito deste estudo não fosse o de avaliar o curso oferecido, esses dados indicam que, ao menos, os assuntos apresentados e, possivelmente a forma como que isso foi feito, incitou nos docentes a instigação de um olhar mais integrador. Isso fica evidente quando eles/elas passam a trazer o elemento “energia” como um fio condutor que interliga diferentes aspectos em torno de um mesmo objeto, algo indubitavelmente trazido do curso.

Eles/elas não somente apresentam visões que permitem estabelecer relações entre o todo e a parte, mas também são críticos em reconhecer que grande parte da sociedade não tem essa percepção, e isso pode ser decorrente de um próprio estilo de vida atual, que separa para poder entender melhor e nos coloca em ritmo acelerado, não oferecendo tempo para refletirmos sobre tais conexões.

A educação é entendida pelos/as participantes como um provável caminho na tentativa de resgatar tais conexões que a fragmentação destrói, mas ela própria padece de uma lógica que separa os saberes, seja por meio da estrutura curricular das escolas e cursos de formação docente, seja por meio de práticas administrativas que pouco permitem flexibilizações e propositura de outras lógicas na sua forma de funcionar.

Eles/elas entendem o potencial contido na narrativa da “Grande História” como forma de integrar conhecimentos de distintos campos do saber, inclusive, respondendo a demandas que eles/elas próprios possuem, como justificar por que certos conteúdos são ensinados, que relação eles possuem com outros campos de conhecimento e com a vida das pessoas. Parece-me que a “Grande História” traz respostas a tais inquietações, que via de regra aparecem no trabalho docente e que, se melhor compreendidas, parecem dar mais sentido ao fazer docente.

Todavia, ainda que considerem o potencial contido na “Grande História”, a forma de visualizar uma formação com o mesmo teor, seja na universidade, seja nas escolas, se dá, majoritariamente, na forma de um curso ou de uma disciplina. É entendível que assim compreendam, pois é assim que a própria proposta chegou a eles, ou seja, na forma pontual de um curso chamado “O Universo e(m) nós”, e é assim que tomamos contato com novos conhecimentos, na maioria das vezes, nos cursos de formação docente. Isso não quer dizer, no entanto, que os/as participantes não sugeriram repensar formas de organizar os conteúdos, como quando refletem sobre o tema “vida”, mostrando que é incompleto pensar por uma só via. Todavia, parece que falta a todos nós, inclusive a mim, enxergar formas, de fato, de tecer esses campos de conhecimento num movimento que ocorra para além de um curso ou de uma disciplina isolada. Eis um desafio a ser pensado.

Apesar de tais limitações, que espero que um dia possamos vencê-las, os/as professores/as reconhecem que compreender um assunto quando ele é aprendido nas suas múltiplas dimensões, como da forma como fora proposto, faz com que o tema ganhe pertinência, uma vez que as conexões estabelecidas não só ajudam a entendê-lo melhor, mas mostra que a geração de novos conhecimentos é um empreendimento que deve ser entendido como um processo e não como verdade, que temos que compreender as partes, mas que elas ganham mais sentido quando olhadas no todo, da mesma forma que o todo se revela mais claro quando analisado em suas partes.

Retomando ao objetivo central deste estudo, julgo que é possível afirmar que a “Grande História” apresenta-se como uma possibilidade de dar pertinência aos conhecimentos. E isso, não porque ela contém uma grande quantidade de informação, mas porque se organiza de tal forma que situa as informações num contexto global. Isso faz com possamos ver de modo mais claro o contexto em que o conhecimento é produzido, o que lhe dá sentido; fazemos a relação entre o todo e suas partes, que se traduz na ideia do holograma; mostramos a complexidade dos conhecimentos, ou seja, aquilo

que é tecido junto e, por fim, revela sua multidimensionalidade, ou seja, que ele comporta dimensões físicas, biológicas, sociais etc.

Obviamente, que isso não se dá livre de limitações, como as que apontei anteriormente, mas entendo que é um desafio que vale a pena ser tentado. Os benefícios podem ser muito superiores aos percalços do caminho.

REFERÊNCIAS

- AYDON, Cyril. **A história do homem**: uma introdução a 150 mil anos de história humana. Rio de Janeiro: Record, 2011.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3ª reimp. São Paulo: Edições 70, 2013.
- CHAISSON, Eric J. The natural Science underlying Big History. **The Scientific World Journal**, v.2014, jun./2014.
- CHAISSON, Eric J. Follow the energy: the relevance of cosmic Evolution for human history. **Historically speaking: Bulletin of the Historical Society**, v.6, n.5, p.26-28, 2005.
- The rise of complexity in nature**. Wright center of Science Education. Disponível em: http://emerald.tufts.edu/as/wright_center Acesso jul./2020
- CHRISTIAN, David. **Origens** – uma grande história de tudo. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- COMINS, Neil F.; KAUFMANN III, William J. **Descobrimos o Universo**. 8ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- DAWKINS, Richard. **O relojoeiro cego**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- GARCÍA-MORENO, Olga; ÁLVAREZ, Walter; SAEKOW, Roland; SHIMABUKURO, David H. Introducción a la Gran Historia: la historia del Cosmos, la Tierra, la Vida e la Humanidad. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, 2014, p.140-146.
- GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. **Para entender a Terra**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- KOLBERT, Elizabeth. **A sexta extinção**: uma história não natural. 1ª ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.
- HARARI, Yuval Nonah. **Sapiens** – uma breve história da humanidade. São Paulo: LP&M editores, 2016.
- HATHAWAY, Mark; BOFF, Leonardo. **O Tao da libertação**: explorando a ecologia da transformação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- LUQUE, Bartolo; BALLESTEROS, Fernando; MÁRQUEZ, Alvaro; GONZÁLEZ, Maria; AGEA, Aina; LARA, Luisa. **Astrobiología**: um puente entre el Big Bang y la vida. Madrid: Akal, 2009.
- MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 3ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. **Terra-Pátria**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

MORIN, Edgar. **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RUDDIMAN, William F. **A Terra transformada**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

REES, Martin. **Hora final**. Alerta de um cientista: o desastre ambiental ameaça o futuro da humanidade. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

SINGH, Simon. **Big Bang**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

APÊNDICE 1

Termo de consentimento

[Ver 0 respostas](#)

Caro(a) Cursista,

Leia o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido disponibilizado abaixo e responda se você autoriza que seus registros nas atividades sejam utilizados, SEM IDENTIFICAÇÃO, em relatórios e pesquisas sobre esse curso.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado/a a disponibilizar os registros que produziu durante o curso "O Universo e(m) nós" em futuras pesquisas na área de educação desenvolvidas na Universidade Federal de Uberlândia, coordenadas e/ou desenvolvidas pelo Prof. Marcos Longhini.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido por meio da Ambiente Virtual de Aprendizagem do Curso, inserido no Moodle CEAD UFU, ao qual você acessa com login e senha de conhecimento exclusivo seu. Antes da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você pode questionar e esclarecer dúvidas sobre este termo por meio do fórum de dúvidas e comentários.

Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar de eventuais futuras pesquisas sobre os resultados deste curso.

Os riscos consistem na possibilidade de identificação, caso opte pela preservação da identidade. No entanto, para que isso não ocorra, será criado e utilizado um código para citar seus registros. Além disso, haverá o compromisso do pesquisador com o sigilo absoluto de sua identidade.

Até o momento da divulgação das produções originadas do curso, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você, por meio da impressão do mesmo, caso prefira.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação, você poderá entrar em contato comigo. Email: marcos.longhini@ufu.br Endereço: Faculdade de Educação – FACED – Campus Santa Mônica – Bloco 1G, sala 1G105 – Uberlândia – MG, CEP 38.408-100, Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica.

Uberlândia, 26 de abril de 2021.



Marcos Daniel Longhini

Os resultados dessa atividade não serão publicados após sua resposta. ×

- Sim, autorizo o uso de minhas respostas, ciente de que elas não me identificarão.
- Não autorizo o uso de minhas respostas, ciente de que isso não trará nenhum prejuízo à realização do curso.

APÊNDICE 2

Semana 1:



Descreva com o máximo de detalhes o que você vê. Depois disso, descreva o máximo possível de relações que você consegue estabelecer entre os elementos que compõem o que você vê na imagem (Exemplo: relações entre o vidro, a taça, o vinho, a uva etc). A resposta é livre e não há certo ou errado.

Semana 5:

Como cidadãos, parece que perdemos o direito ao conhecimento, pois quanto mais especializado ele se torna, menos dele entendemos, não é mesmo? Veja o caso da "vida": os químicos entendem dos elementos químicos e das reações entre eles; os físicos, das forças que mantêm a matéria unida; os biólogos de como os sistemas vivos se organizam e se reproduzem. Mas como e quando essas áreas se juntam para explicar o que é vida?

Pensando nisso, comente: o que poderia ser feito para que especialidades consigam compartilhar um espaço em torno de um tema, que não é exclusividade de nenhuma delas, como é o caso da "vida"?

Semana 6:

Pergunta 1:

Se você atua como docente, é porque tem uma formação em nível superior, não é mesmo? (ou está em um curso de formação se preparando para tal). Nesta questão, vamos refletir um pouco sobre nossas formações e a proposta de um curso como o "O Universo e(m) nós". No decorrer do curso, atravessaremos, em maior ou menor medida, as seguintes áreas: Astrofísica, Cosmologia, História antiga, Arqueologia, Ecologia, Antropologia, Artes, Paleontologia, Genética, Química orgânica, Evolução, Política, Termodinâmica, Geologia, Bioquímica, Astrobiologia e Economia.

Vamos refletir sobre isso. Para tanto, responda: qual é (ou quais são) sua formação em nível superior?

Pergunta 2:

Que avaliação faz da formação acadêmica oferecida nas faculdades/universidades frente ao trabalho com a proposta do "O Universo e(m) nós"?

Pergunta 3:

O que sugere para que os cursos de formação contemplem uma proposta como a do curso "O Universo e(m) nós"?

Semana 7:

Pergunta 1:

Quando olhamos dois elementos presentes em nossa vida, aparentemente podemos achar que eles não têm nada em ver um com o outro. Pois bem! Desafio você a pensar que relações são possíveis de serem estabelecidas entre um **par de tênis** e a crise de **refugiados venezuelanos**, os quais têm cada vez mais adentrado o território brasileiro. Descreva quantas relações forem possíveis, ok? Boas reflexões!

Pergunta 2:

Analise a seguinte situação, que retrata um dia na vida de Vânia, uma cidadã do mundo:

“Hoje saí correndo para o trabalho. Vesti uma calça jeans comprada numa loja do centro, que provavelmente foi fabricada no bairro do Braz, na cidade de São Paulo, e trazida por um comerciante que abastece suas mercadorias mensalmente indo lá. Ela deve ter sido costurada por um colombiano, que vem buscar condições melhores de vida aqui no Brasil.

Pego o ônibus no ponto da esquina, e ele é movido a biodiesel, que usa metanol em sua produção. Ele é importado da Venezuela pelo governo brasileiro, país vizinho da Colômbia, de onde deve ter vindo a costureira da calça e onde tenho ouvido falar que a situação está muito ruim.

Estou atrasada e confiro o horário em meu celular, fabricado na zona franca de Manaus, mas feito com componentes produzidos em uma pequena fábrica na China e enviado ao nosso país por meio de navios, que também usam biodiesel. O motorista do coletivo parece nervoso e buzina para os carros. Ele reclama do cansaço, pois trabalha além de sua capacidade, algo que não estava acostumado quando vivia no campo, mas que teve de deixar por conta das queimadas que arrasaram a vegetação e dificultaram o cultivo. O clima de fato está mudando, e a emissão de gases, como o liberado pelo escapamento do motor do ônibus, além das chaminés dos navios, ajudam a potencializar tais mudanças.

Desço também às pressas, e nem reparei numa poça d’água gerada pelo vazamento de um cano que a prefeitura não arrumou. Dizem que estão com falta de fiscais, pois eles estão trabalhando no centro, fiscalizando trabalho escravo em lojas de confecção. Sem querer, pisei na água e molhei meu tênis. Sentei numa mureta para tentar secá-lo. Nunca tinha visto que em seu interior tinha uma etiqueta escrita “Made in Korea”. Sei que é um país do outro lado do mundo, dividido entre Coreia do Norte e do Sul. Deve ter vindo do Sul, pois a do norte é comandada por um ditador e que segue um tal de socialismo. Já ouvi que é parecido com as ideias do presidente da Venezuela, país de onde veio quem costurou minhas calças. Ainda bem que a sola do meu tênis é de plástico e evitou maiores danos. Já li que o plástico é feito de petróleo. Parece que o preço vem caindo nos últimos anos, e isso ajudou a agravar a crise na Venezuela, que tem grande parte de suas riquezas ligadas à venda desse produto. Por isso muita gente tem deixado o país. Alguns até vêm para grandes centros e vendem produtos na rua. Esse tênis mesmo, que já está quase seco agora, comprei de um venezuelano, que vendia também guarda-chuvas. Quase foi pego por um fiscal, e só não foi porque eles estavam atrás de trabalho escravo. Muita gente deixa a roça e vem para se sujeitar a essas condições. Calço de novo meu tênis e sigo meu dia. Final da tarde, encontrarei de novo com o mesmo motorista. Espero que esteja mais calmo.”

A partir da história de um dia na vida de Vânia, reflita sobre a relação entre o todo e as partes e de que como percebemos (ou não) tais relações.

Semana 8:

Pergunta 1:

Analise a figura a seguir.



No início do curso (semana 1), você foi solicitado(a) a escrever com o máximo de detalhes o que via. Retome sua resposta e releia o que escreveu. Agora, tendo passado por grande parte do curso, tente reescrever o que vê na imagem e estabelecer o máximo de relações entre os elementos que estão presentes nela.

Pergunta 2:

Depois de ter analisado a imagem, de tê-la descrito e também comentado sobre as relações entre seus elementos constitutivos, leia o fragmento abaixo, que descreve o que o astrofísico Michel Cassé respondeu a um famoso enólogo que lhe perguntara o que um astrofísico via em sua taça de vinho bordeaux. Ele respondeu:

"Vejo o nascimento do universo, já que vejo as partículas que se formaram nos primeiros segundos. Vejo o Sol anterior ao nosso, já que os átomos de carbono se formaram no interior da forja deste Sol que explodiu. Depois o carbono chegou nesta espécie de lata de lixo cósmica, que a origem da Terra. Vejo também a formação de macromoléculas. Vejo o nascimento da vida, o desenvolvimento do mundo vegetal, a domesticação da vinha nos países mediterrâneos. Vejo o desenvolvimento da técnica moderna que permite hoje controlar de forma eletrônica a temperatura de fermentação nas cubas. Vejo toda a história cósmica e humana nessa taça de vinho" (MORIN, 2007, p.69)

Que sentido faz para você a descrição de Michel Cassé, ao ser lida agora, ao final do curso "O Universo e(m) nós", comparada se fora lida leitura antes do curso?

Semana 9:

Pergunta 1:

Que avaliação você faz a respeito da possibilidade de desenvolver com seus alunos algo na direção do "Universo e(m) nós" com seus alunos? Que aspectos positivos isso traria, assim como que desafios deveriam ser atravessados?

Pergunta 2:

Edgar Morin, filósofo francês, diz que um conhecimento é pertinente quando ele pode ser situado num contexto, ou seja, entendemos porque ele existe e que relação ele traz com o mundo ao seu redor. Que avaliação você faz do curso "O Universo e(m) nós" como possibilidade de dar pertinência aos diferentes conhecimentos trabalhados na escola?