

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA**

Raquel Gonçalves de Sousa

**ENERGIZANDO: UM JOGO ROLE-PLAYING GAME (RPG) PARA A
ABORDAGEM DO TEMA ENERGIA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Belo Horizonte, MG

2021

Raquel Gonçalves de Sousa

**ENERGIZANDO: UM JOGO ROLE-PLAYING GAME (RPG) PARA A
ABORDAGEM DO TEMA ENERGIA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Versão Final

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência do Departamento de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Belo Horizonte

2021

S725e
T

Sousa, Raquel Gonçalves de, 1989-
Energizando [manuscrito] : um jogo role-playing game (RPG) para a abordagem do tema energia nos anos finais do ensino fundamental / Raquel Gonçalves de Sousa. - Belo Horizonte, 2021.
77, 33 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientador: Fábio Augusto Rodrigues e Silva.
Bibliografia: f. 63-67.
Apêndices: f. 68-77, +33 f.
[Inclui apêndice com o livro do jogo, com o título: Energizando. - (33 f. : il., color.)].

1. Educação -- Teses. 2. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e ensino -
- Teses. 3. Ciências (Ensino fundamental) -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Jogos
educativos -- Teses. 5. Teoria ator-rede -- Teses.

I. Título. II. Rodrigues e Silva, Fábio Augusto, 1974-. III. Universidade
Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 371.397

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

ENERGIZANDO: UM JOGO ROLE-PLAYING GAME (RPG) PARA A ABORDAGEM DO TEMA ENERGIA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

RAQUEL GONÇALVES DE SOUSA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 29 de abril de 2021, pela Banca constituída pelos membros:

Prof. Fábio Augusto Rodrigues e Silva - Orientador
UFOP

Prof. Eliane Ferreira De Sá
Universidade Estadual de Minas Gerais

Prof. Marlon Hérbert Flora Barbosa Soares
Universidade Federal de Goiás

Prof. Geide Rosa Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo

Belo Horizonte, 29 de abril de 2021.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria Gonçalves de Oliveira Sousa por ter me mostrado que na vida a gente pode sempre oferecer mais do que aquilo que recebe e que o movimento de mudança também depende de nós.

Ao meu pai Adilson Correa de Sousa pelo exemplo de mansidão e responsabilidade. À minha irmã Patrícia Gonçalves de Sousa pelos momentos inesquecíveis das melhores risadas e brincadeiras da minha vida.

Ao meu marido Victor Hugo Almeida Nunes por me incentivar a persistir mesmo após ter sido reprovada duas vezes no processo seletivo do mestrado. Agradeço também por ele ter conseguido superar todos os fortes conflitos machistas presentes em nossa sociedade em relação à comparação entre a formação profissional de um homem e uma mulher. Oferecendo ainda seu importante trabalho como ilustrador do material pedagógico deste estudo. Te amo com todas as minhas e também suas completudes e incompletudes!

Aos meus amigos de caminhada no ProMestre- Ygor Bernardes Santos, Matheus de Castro e Silva e Karla Cristina Pires Hastenreiter – pelos momentos de descontração e apoio, os quais, guardarei para sempre em meu coração.

Às professoras e professores do Promestre pelo acolhimento, críticas, discussões e por estarem nesta missão libertária de valorização dos professores da educação básica.

Ao professor Marlón Herbert Flora Barbosa Soares e à professora Eliane Ferreira de Sá pela leitura atenta deste estudo e pelas relevantes contribuições.

Às minhas alunas e alunos da Escola Estadual Padre Matias Lobato – Divinópolis MG.

Por último, mas não menos importante, porque foi quem esteve comigo do início ao fim desse processo de formação, eu agradeço ao meu orientador Fábio Augusto Rodrigues e Silva por toda a sua paciência com os meus muitos erros, pelos “carinhosos” puxões de orelha, bem como, pela disponibilidade e bom humor com que compartilha seus conhecimentos. Seu trabalho como professor-formador me emociona e me inspira.

Gratidão família, amigos e professores!

“A energia é a maneira que a natureza dispõe para prosseguir o jogo.”
Paul G. Hewitt

RESUMO

O presente estudo analisou o arranjo de componentes humanos e materiais mobilizados durante o desenvolvimento do jogo pedagógico “Energizando”, um recurso educacional elaborado para o ensino de ciências nos anos finais do fundamental. Uma concepção importante que influenciou a escolha da temática “energia” foi o fato dessa se encontrar na natureza como parte de um sistema o que demanda uma visão de processos, tanto por parte dos professores(as), quanto dos(as) estudantes. O principal referencial teórico-metodológico adotado foi a Teoria Ator Rede (TAR) proposta por Bruno Latour e colaboradores que apresenta uma compreensão que pretende resgatar o significado original da palavra “social” como associação. A abordagem teórica Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) também foi acessada como fundamentação. Os dados para o presente estudo foram obtidos pelos registros realizados durante algumas aulas no mestrado profissional, nas quais, aconteceram apresentações relativas ao projeto e também, por meio, de anotações da própria pesquisadora, algumas em decorrência de sugestões advindas do orientador. A análise textual do roteiro do jogo foi realizada com o suporte do *software* Iramuteq por meio da geração de árvores de similitude, que propiciaram o rastreamento de interações entre os diferentes elementos mobilizados na narrativa. Nesse sentido, a discussão dos resultados abrangeu duas perspectivas: primeiramente a análise da rede sociotécnica mobilizada no mestrado profissional e posteriormente a rede do roteiro criado para o jogo. Na rede sociotécnica mobilizada inicialmente para se pensar sobre o desenvolvimento do produto, notou-se a atuação de materiais como *slides* para apresentação e planilhas do comitê de ética da pesquisa, além de mestrandas (os) e professoras (es) do programa, elementos que promoveram novas associações. Mediadores que alteraram, por exemplo, o nome inicial do jogo e também incluíram saberes antes não previstos para a história do jogo, nessa etapa emergiram também algumas translações de interesse. Ao seguirmos as associações presentes no roteiro do jogo evidenciaram-se aspectos como: a potencialidade do território “parque de diversões”, a presença no território “escola” de exemplos canônicos do ensino de ciências, o acesso a conhecimentos químicos e saberes históricos no território “siderúrgica” e a presença de elementos da história das ciências no território “universidade”. As análises confirmaram ainda que o conceito de energia esteve presente na rede sociotécnica tecida no texto como um processo de equilíbrio e indicaram que o jogo pode ser um recurso pedagógico importante para a aprendizagem de um dos temas mais importantes para o ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Jogo pedagógico. Teoria ator-rede.

ABSTRACT

The following study analyzed the arrangement of human components and materials engaged during the development of the pedagogical game “Energizing”, an educational resource drawn to teach Science through the final years of elementary school. An important concept that influenced the choice of “energy” as the theme was the fact that it is found in nature as a part of a system that demands a visualization of processes, both by teachers and students. The main theoretical-methodological reference in place is the Actor-Network Theory (ANT), proposed by Bruno Latour and associates that presents a comprehension that intends to recover the meaning of the word “social” as an association. The theoretical approach of Science, Technology, Society and Environment (CTSA) was also accessed as a theoretical foundation. The data for the following study were obtained by the reports made during some classes on the professional master's degree, in which happened some presentations related to the project, and also, through notes made by the researcher herself, some due to suggestions from the guidance counselor. The text analysis of the game's script was made with the support of the software Iramuteq through the generation of similarity trees, which provided the tracing of interactions between the different elements used in the narrative. In this regard, the discussion of results covered two perspectives: firstly, the analysis of the socio-technical network engaged on the professional master's degree and later the network of the script created for the game. On the socio-technical network initially used to think about the product's development, the application of materials such as slides for presentations and spreadsheets from the research ethics committee became noticed, apart from master's students and teachers from the program, elements that arranged new associations. Mediators that alternate, for example, the initial name of the game also included knowledge that was not foreseen for the game's story, have brought, at this point, some interest traverses. As we follow through, the associations present on the game's script evidenced aspects such as the potential of the “amusement park” territory, the presence of canonic examples of the teaching of sciences on the “school” territory, the access to chemical and historical knowledge on the “steel industry” territory and the presence of science history on the “university” territory. The analysis confirms still that the concept of energy has been present on the socio-technical network weaved on the text as a balancing process and showed that the game can be an important pedagogical resource for the learning of one of the most important themes for Sciences teaching.

Key words: Science teaching. Pedagogical game. Actor NetWork Theory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diferença metodológica entre Epistemologia e Sociologia modernas e os Estudos de Latour (LIMA, 2018).	15
Figura 2: Representação esquemática da diferença de atuação de intermediários e mediadore.....	21
Figura 3: Ilustração inicial dos territórios do jogo energizando.....	41
Figura 4: Quadro ilustrativo da dinâmica do jogo apresentado na disciplina de seminário I..	46
Figura 5: Rede sociotécnica mobilizada junto aos pares, professores e materiais durante os primeiros momentos de organização do projeto.	46
Figura 6: Rede sociotécnica mobilizada junto aos pares, professores e materiais durante um segundo momentos de organização do projeto.	49
Figura 7: Árvore máxima de similitude do corpus textual da universidade com configurações.....	51
Figura 8: Árvore máxima de similitude do corpus textual da escola com configurações.....	52
Figura 9: Árvore máxima de similitude do corpus textual do parque de diversões com configurações.	54
Figura 10: Árvore máxima de similitude do corpus textual da siderúrgica com configurações.	56
Figura 11: Árvore máxima de similitude do corpus textual completo do jogo energizando)	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Correntes da CTSA na educação. Tradução própria.	34
Quadro 2: Relação de conhecimentos e habilidades extraídos do Currículo Referência de Minas e utilizados como orientação inicial para elaboração da história do jogo energizando.....	37

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	11
2	INTRODUÇÃO	14
3	OBJETIVOS.....	20
	3.1 Objetivo Geral	20
	3.2 Objetivos Específicos	20
4	REFERENCIAL TEÓRICO	21
	4.1 A Teoria Ator-Rede (TAR)	21
	4.2 A TAR, a ludicidade e o ensino por jogos	25
	4.3 O ensino sobre energia e o processo de equilibração	30
	4.4. Abordagem CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	32
	4.5. O Currículo Referência de Minas e o Jogo Energizando	36
5	CAMINHOS METODOLÓGICOS	39
	5.1 A pesquisa- ensino e o desenvolvimento do jogo “Energizando”	39
	5.4 A teoria Ator-rede e a análise de similitude para a discussão dos resultados	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
	6.1 Rede sociotécnica mobilizada pelos materiais, atividades e pares do Promestre ...	45
	6.2 Caracterização da rede sociotécnica presente no texto do jogo energizando	51
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A - Termo de autorização da escola	68
	APÊNDICE B - Tabuleiro do jogo energizando.....	70
	APÊNDICE C - Cartas coloridas do jogo energizando.....	74
	APÊNDICE D - Livro do Jogo Energizando.....	1-33

1 APRESENTAÇÃO

A minha experiência profissional recebeu grande influência das minhas vivências acadêmicas durante minha graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) no campus da cidade de Anápolis – Goiás. Ao longo da minha formação profissional desenvolvi projetos de iniciação científica que me ajudaram a ter uma compreensão da ciência como um processo histórico, cultural e dinâmico, com métodos próprios de construção de um saber relacionado a diversos fenômenos do mundo. A participação em atividades de educação, em ambientes não formais de ensino, também foi muito enriquecedora. Posso citar, o meu envolvimento com trabalhos sociais voluntários com crianças no contraturno, o desenvolvimento de oficinas de educação ambiental e o estágio com atividades educacionais em uma unidade de conservação, como por exemplo em uma trilha interpretativa, quando atuei como monitora.

Especificamente na área da educação formal eu tive contato com as práticas de ensino durante os estágios supervisionados obrigatórios e também durante a realização de um estudo sobre a percepção ambiental, a biofilia e o conhecimento entomológico de alunos da rede pública de ensino (SOUSA; OLIVEIRA; CUNHA, 2010). Para a realização dessa pesquisa, nós estivemos em algumas escolas aplicando questionários, posteriormente analisamos os resultados e desenvolvemos uma palestra de retorno para os alunos participantes. Esse estudo resultou na escrita conjunta de um livro paradidático sobre insetos, posteriormente distribuído para todas as escolas públicas da cidade em que o projeto aconteceu (OLIVEIRA et al., 2013). Todo esse compilado de experiências influenciou diretamente em minha atuação profissional enquanto professora da educação básica.

As vivências acadêmicas foram importantes, mas em pouco se comparam as habilidades requeridas e, por isso, desenvolvidas ao longo dos oito anos de experiência como professora da educação básica atuando junto à rede estadual de educação na cidade de Divinópolis - Minas Gerais. Primeiramente percebi a necessidade de um bom planejamento e entendi o significado da palavra professora, aquela que optou por ser eternamente uma estudante, também me deparei, e até hoje me deparo, com situações difíceis de indisciplina e que exigem de mim o desenvolvimento de métodos na tentativa de minimizá-las. Para além disso, constatei que por gostar muito do que vivencio não cometi um erro ao ter escolhido essa profissão.

A sala de aula exige uma diversificação de métodos para tornar instigante a ciência escolar. Esse ambiente pode ser considerado, com base em minhas experiências, como um

laboratório que requer da professora várias tentativas com chances de acertos e erros, no intuito de encontrar a melhor forma de trabalho para cada turma e conteúdo.

No início da minha carreira como professora eu ministrava aulas de biologia para os alunos do ensino médio e fiquei feliz ao perceber que na escola também era possível o desenvolvimento de projetos. Um dos projetos realizados junto aos educandos, tinha como objetivo prepará-los para uma forma de exposição de trabalhos, comum no ensino superior, a comunicação por pôsteres. Esses alunos prepararam os pôsteres e realizaram uma exposição sobre os biomas brasileiros. O projeto aconteceu em parceria com o professor de geografia. Essa experiência foi compartilhada e enriquecida com/por outros professores durante um congresso de práticas educacionais (MAGALHÃES; SOUSA, 2014).

Nos últimos anos eu tenho trabalhado com ciências nos últimos anos do ensino fundamental. Dos projetos desenvolvidos durante este período eu destaco a organização de uma feira de ciências envolvendo todos os alunos e professores da escola e também a pesquisa da especialização que desenvolvi como professora-pesquisadora. Eu precisei superar uma grande dificuldade para realização dessa pesquisa de conclusão do curso de especialização, pois, o fato de estar diretamente relacionada ao fenômeno que eu iria pesquisar, a tornou bem diferente das pesquisas até então desenvolvidas por mim. Superadas as dificuldades, eu confirmei com esse estudo, dentre outros aspectos, a importância de se considerar os conhecimentos dos alunos para a partir deles desenvolver os conteúdos de ciências (SOUSA; CESAR, 2017). Os resultados dessa pesquisa, juntamente com minhas experiências, influenciaram em minha prática, que passou a ter mais momentos de escuta dos alunos.

Voltando um pouco ao passado, o desenvolvimento e aplicação de um jogo didático durante a minha graduação também foi um marco importante nesse percurso. Em grupo nós confeccionamos um jogo de tabuleiro sobre os biomas brasileiros. Devido à qualidade do material desenvolvido dois dos integrantes do grupo optaram por realizar um trabalho de conclusão de curso utilizando o jogo didático confeccionado durante a disciplina (CARVALHO et al., 2011). Esse trabalho de desenvolvimento de jogos direcionou meu olhar para outras possibilidades de ensino utilizando diferentes recursos pedagógicos.

No ano de 2017, ao me preparar para a seleção de mestrado, eu li alguns artigos sobre jogos em que os alunos participavam ativamente de sua construção, por isso, resolvi propor aos educandos que, ao final do estudo dos conteúdos de Química previstos para o 9º ano, desenvolvessem alguns jogos com formato de livre escolha. Eu expliquei sobre a proposta do trabalho, esclarecendo o conceito de jogos didáticos e os orientando também durante seu desenvolvimento (parte da atividade aconteceu nas aulas de ciências e parte em casa). Ao final,

os alunos jogaram e avaliaram os jogos dos colegas em um “circuito de jogos”. Constatei a necessidade de mais de um horário para melhor aproveitamento do trabalho final, entretanto percebi um envolvimento efetivo de todos da turma. A experiência de criar um jogo durante minha graduação e a observação da existência de um ensino prazeroso e envolvente, por meio dessa metodologia, influenciou diretamente em meu interesse por ampliar as minhas análises sobre a utilização desses recursos em sala de aula. Essas vivências também influenciaram minha escolha por desenvolver durante o mestrado profissional um jogo pedagógico como produto educacional.

2 INTRODUÇÃO

As ações e os aspectos cognitivos não estão restritos aos seres humanos. Você deve estar se perguntando: a quais outros seres pensantes estamos nos referindo? Não se trata de outros seres, mas de uma materialidade com espaço de ação e fala dentro do fazer humano. O início imediato com essa afirmação foi proposital, para gerar reflexões e indicar o lugar pareado que se pretende conceder aos materiais ao longo desta pesquisa. Tendo como bússola o referencial analítico de Bruno Latour, o qual, nos convida a mover os objetos do domínio das relações “materiais” e “causais” para a esfera “reflexiva” e “simbólica” das relações sociais (LATOURE, 2012).

A partir desse referencial teórico e metodológico, a sala de aula passa a ser entendida como uma prática sociomaterial em que humanos e não-humanos se encontram em um mesmo plano analítico (COUTINHO et al., 2014). Coutinho e Viana (2019, p.24) salientam esse aspecto ao afirmarem que “a simetria entre humanos e não humanos significa apenas que uma análise das redes híbridas não pode ser realizada se a questão de o quê e quem participa da ação não for colocada de início”. Partindo disso o presente estudo teve diante de si o desafio teórico e metodológico de organizar e analisar a rede sociotécnica mobilizada durante o desenvolvimento de um jogo denominado “Energizando”, tendo por base a Teoria Ator-Rede (TAR), a qual, será detalhada mais à frente durante a fundamentação teórica.

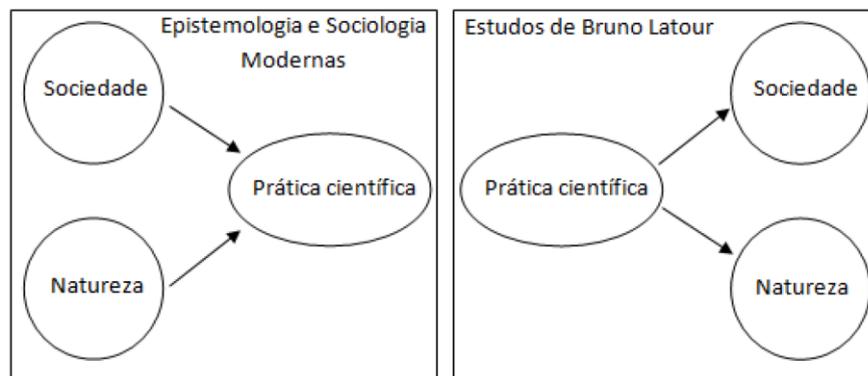
Alguns estudos em ensino de ciências, principalmente nesta última década, têm se debruçado sobre a teoria de Latour e confirmado em suas discussões o fato do conhecimento não se restringir ao discurso, mas estar distribuído pelos elementos mobilizados durante o momento em análise (ARAÚJO et al., 2015; GOULART et al., 2019). Lima (2018), entretanto, ao realizar uma revisão de literatura em educação em ciências, à luz das teorias de Bruno Latour, constatou que os estudos na área da educação que citavam esse autor o faziam de forma periférica não alcançando o núcleo do seu trabalho. Apesar da teoria de Latour representar um marco dentro dos Estudos da Ciências Naturais, ela ainda não é muito explorada pelos pesquisadores dessa área.

A relação “ciências e TAR” se intensifica ainda mais ao refletirmos sobre o início desse constructo teórica. Tendo em vista que foi a necessidade de uma teoria social ajustada aos estudos de ciências e tecnologia parte do pano de fundo do processo de elaboração da Teoria Ator-Rede (CALLON; LATOUR, 1981), a qual, tenciona-se utilizar e melhor esclarecer ao longo deste estudo. Inicialmente se faz necessário compreender a ruptura de Latour com algumas correntes epistemológicas.

As descrições sobre o fazer científico podem se basear em explicações assimétricas segundo, as quais, o que é verdadeiro é explicado pela natureza e o que é falso é explicado pela sociedade, conforme propõe Bachelard (1978), em sua “Filosofia do Não”. Existe também a explicação simétrica de Bloor (1982) em que os erros e acertos da ciência são colocados pela sociedade. Latour discorda desses dois princípios pelo fato de ambos colocarem a natureza e a sociedade como polos ontológicos distintos. Ele resolve aderir ao princípio da simetria generalizada.

Esse princípio, ao não considerar que a essência precede à existência, convida os pesquisadores a romperem com suas concepções ontológicas/epistemológicas separatista natureza versus sociedade. Ele inverte a lógica ao propor os quase-objetos ou híbridos como partida para rastrear a rede sociotécnica que os cercam e assim se entender a construção da sociedade e da natureza. Latour também distingue seus estudos da epistemologia e sociologia modernas. A natureza e a sociedade passam de fontes de explicação para um lugar sem existência objetiva, pois, essas estão sempre sendo estabilizadas pela interação entre diferentes atores. Lima (2018, p.87) representou muito bem essa distinção de uma maneira esquemática (FIGURA 1).

Figura 1. Diferença metodológica entre Epistemologia e Sociologia modernas e os Estudos de Latour



Fonte: (LIMA, 2018).

Essa mudança de princípios irá se desdobrar também em suas discussões sobre as práticas adotadas para a leitura dessa realidade simétrica. Ao questionar a modernidade, Latour (1994), explica sobre a existência de dois conjuntos de práticas: tradução e purificação, sendo que, a primeira gera seres híbridos de natureza e cultura (rede), enquanto que a segunda gera duas zonas ontológicas polarizadas humanos e não-humanos (crítica). Ele sugere que só entenderemos os modernos, com as coisas começando a mudar, quando nossa atenção for colocada simultaneamente nos trabalhos de purificação e tradução.

Um bom exemplo desse esforço por uma mudança de paradigmas, ilustrado pela figura 1, foi a própria reescrita desta introdução, antes repleta de pressuposições, teoricamente justificadas, sobre como o jogo poderia influenciar na comunicação, escrita e leitura dos alunos. Certamente algumas dessas expectativas influenciaram nas escolhas realizadas durante a elaboração do jogo, entretanto, espera-se, que durante a análise dos resultados em pesquisas baseadas na TAR se “registre” sem “filtrar” e se “descreva” sem “disciplinar”. Afinal, segundo Latour (2012, p. 80), a ideia “não é decidir como os atores devem ser levados à ação, mas detectar os diferentes mundos que os atores elaboram uns para os outros.”. Essa mudança epistemológica, portanto, não interfere apenas nos aspectos teóricos, analíticos e empíricos, mas modifica também o viés metodológico dos estudos.

Ao realizarmos um esforço na direção dessa mudança paradigmática em relação ao processo de elaboração de um jogo pedagógico percebe-se que sua análise não poderá se basear em proposições prévias sobre uma possível essência em relação a como se deve elaborar um jogo. A futura análise da utilização do jogo pelos grupos de alunos não poderá ser enviesada por lentes que defendam forças sociais previamente existentes em situações de jogos. Nos parágrafos seguintes eu descreverei e justificarei a escolha da temática e do formato do jogo pedagógico “Energizando”.

No momento da reflexão necessária à delimitação de um tema para o jogo pedagógico que perpassasse pelas ciências do 6º ao 9º ano e que carecesse, com base em minhas experiências e leituras, de um melhor esclarecimento optei por desenvolver no presente estudo o tema “Energia”. Essa escolha se refere tanto às demandas dos alunos, quanto ao meu desejo por estudar mais sobre essa temática, por ter me deparado com a necessidade de lecionar conhecimentos de física. Essa escolha foi inicialmente presunçosa, ao não partir dos estudos científicos, mas da suposição de dificuldades dos estudantes tendo por base minhas vivências. Entretanto, era necessário um ponto de partida, e, portanto, escolhi um assunto interdisciplinar e bem presente no cotidiano. Em busca de uma definição para “Energia”, eu me deparei com a seguinte posição de Hewitt (2009, p. 104):

Talvez o conceito mais central de toda a ciência seja o de energia. A combinação de energia com matéria constitui todo o universo; a matéria é substância, e a energia é o que move a substância. A ideia de matéria é fácil de entender. (...) A energia, por outro lado, é abstrata (...). Embora a energia seja familiar para nós, é difícil defini-la porque ela não é apenas uma “coisa”, mas também um processo - similar a ser tanto um substantivo quanto um verbo (...). A própria matéria é energia armazenada e condensada, como estabelecido pela famosa fórmula de Einstein, $E=mc^2$. De modo geral, energia é a propriedade de um sistema que o capacita a realizar trabalho.

A ausência de uma definição científica consensual tornou essa temática ainda mais atrativa e desafiadora (SOUSA et al., 2012). Goulart et al. (2019, p. 75), ao problematizarem sobre a natureza dos conceitos, afirmaram que “Uma vez que os conceitos são performados em práticas sociomateriais, a questão é entender os significados que emergem nessa prática, refazendo a cadeia de significação que vai da materialidade ao signo e vice-versa.” Esses autores explicam que apesar dos conceitos precisarem de definições bem estabelecidas para serem adequadamente utilizados os pesquisadores não podem restringi-los a isso pois as práticas também produzem representações.

O fato da “energia” se encontrar na natureza como parte de um sistema demanda uma visão de processos tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Os estudos sobre “formação de conceitos” foram elementos importantes neste agregado teórico inicial. Tendo em vista que a energia, assim como outros conceitos científicos, tais como, evolução e difusão, se apresentam para os educandos como sendo de difícil compreensão (RODRIGUES E SILVA, 2000).

Segundo Ferrari e Chi (1998) os alunos tendem a compreender alguns conceitos como substância ou evento e não como processos de equilíbrio¹. Os processos do tipo evento apresentam os seguintes atributos: (1) são desencadeados por elementos que apresentam ações distintas; (2) são delimitados por um início e um fim claramente definidos; (3) transcorrem segundo uma ordem sequencial; (4) e a sequência de ações é contingente ou causal; (5) são dirigidos para uma meta; e (6) terminam quando esta meta é atingida. De modo contrário, os processos de equilíbrio, designados também de processos de interações baseadas em restrições, envolvem interações contínuas entre elementos que agem simultaneamente, cujos efeitos em rede manifestam propriedades emergentes alternativas. Portanto, este tipo de processo não é dirigido por uma meta específica, e não apresenta início ou fim claramente definidos. Os processos de equilíbrio estão sob uma dinâmica contínua de interação e nunca terminam, ainda que não haja um movimento aparente no nível perceptual (FERRARI; CHI,

¹ Esse termo, “processos de equilíbrio”, que aparecerá ao longo deste estudo, **não** é aquele usado na teoria Piagetiana em que ele trata do equilíbrio entre a assimilação e acomodação durante a aprendizagem (Piaget, 1976). O “processo de equilíbrio” será utilizado aqui como uma categoria ontológica. Ferrari e Chi (1998) advogam que estudos sobre formação de conceitos devem também observar pressupostos ontológicos que são importantes em nossa forma de conceber os processos e fenômenos naturais. Deixaremos, portanto, para futuros estudos os possíveis diálogos entre essas duas linhas de discussões. Tendo em vista que uma parte da natureza da concepção dos fenômenos (evento ou equilíbrio) e a outra se refere às discussões mais amplas sobre a aprendizagem humana.

1998). A temática “energia”, com essa característica de processo, convidou continuamente ao acesso à elementos das diferentes áreas do conhecimento em prol da criação de um roteiro para o jogo, o qual, acontece em quatro territórios distintos de uma cidade. Qual a justificativa para a escolha desses territórios?

A escolha por desenvolver um jogo pedagógico que pretenda trazer dimensões territoriais familiares aos alunos, tais como, a escola, o parque de diversões e a siderúrgica da cidade, se justifica pela intenção de aproximar o jogo das vivências dos educandos. Crepalde e Aguiar Jr. (2013, p. 322), em um estudo sobre a formação do conceito de energia com estudantes de licenciatura do campo, reforçaram em suas considerações finais a relação existente entre “o cotidiano e o científico” pois esses realizam “conexões, desconexões, se respeitam e desrespeitam, estabelecem monólogos e diálogos, são dependentes e independentes (...) os gêneros cotidiano e científico mantêm uma relação, mesmo quando observamos uma não-relação.” O formato escolhido para o presente jogo também é provavelmente um exemplo desse entrelaçamento cotidiano dos educandos e ciências.

O *Role Playing Game* (RPG) foi o formato para o jogo pedagógico aqui desenvolvido. Segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), em situações educacionais, um RPG pode ser considerado um “jogo educativo do tipo pedagógico”, já que possui uma intencionalidade pedagógica criteriosamente delineada, mas pode propiciar um maior grau de inovação e não exigir uma preparação anterior acerca dos conhecimentos mobilizados pelo jogo. Ou seja, ao jogar um RPG educativo, alunos poderiam aprender sem a intervenção tão presente ou dirigida por um professor.

A escolha desse formato de jogo também tem por base os resultados de estudos anteriores, como o de Coelho (2017). Essa pesquisadora demonstrou ser esse formato de jogo capaz tanto, de despertar nos educandos a vontade de resolver desafios, quanto de promover um Engajamento Disciplinar Produtivo² evidenciado pelos progressos intelectuais dos alunos. Os estudantes ao se depararem com uma nova metodologia, também desenvolveram

² Engle e Conant (2002) propõem uma maneira interessante para avaliar a participação e envolvimento dos estudantes em atividades educacionais. Eles explicam em seu texto o que chamam de Engajamento Disciplinar Produtivo (EDP), em que o “engajamento” se refere à maneira como os estudantes estão participando, a proporção de estudantes envolvidos e como ocorrem as trocas de contribuições entre eles(as). O termo “disciplinar” se refere ao quanto as atividades dos estudantes se vinculam com as questões e práticas do componente curricular em análise, enquanto que, o termo “produtivo” se refere à observação de um progresso intelectual nos estudantes a depender das exigências da atividade/componente curricular e do ponto de partida desses(as) alunos(as). Eles propõem ainda quatro princípios para promoção desse EDP: problematização do conteúdo, dar autoridade aos estudantes, responsabilizar os alunos perante os outros e também às normas disciplinares e fornecer recursos relevantes.

“habilidades intrínsecas ao ato de jogar, como a apresentação de situações questionadoras, a aprendizagem por meio do erro e o desenvolvimento do espírito de equipe” (COELHO, 2017, p. 51). O formato narrativo de jogo teve por intenção fomentar o contato do educando com novos conhecimentos e promover uma maior comunicação entre os alunos, bem como, seu raciocínio em rede.

A confirmação ou não dessas intenções dependerá dos próprios atores humanos e não humanos envolvidos. Além, claro, da capacidade dos pesquisadores do presente estudo em formarem agregados e seguirem os rastros de determinados elementos presentes tanto na elaboração do jogo “Energizando”, quanto, nos grupos de alunos que o utilizarão. Frente a isso a pergunta orientadora do presente estudo foi: como se performará a prática educativa nesse arranjo de humanos e diferentes materiais durante o desenvolvimento do jogo energizando?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar o arranjo de componentes humanos e materiais acessados durante o desenvolvimento do jogo pedagógico “Energizando” para os anos finais do ensino fundamental.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a rede sociotécnica mobilizada no mestrado profissional durante o desenvolvimento do jogo.
- Desenvolver um jogo de RPG com potencial para proporcionar aos alunos uma compreensão sobre os processos de transformação de energia.
- Descrever as associações entre os diferentes actantes que foram arremetidos na construção do roteiro do jogo.

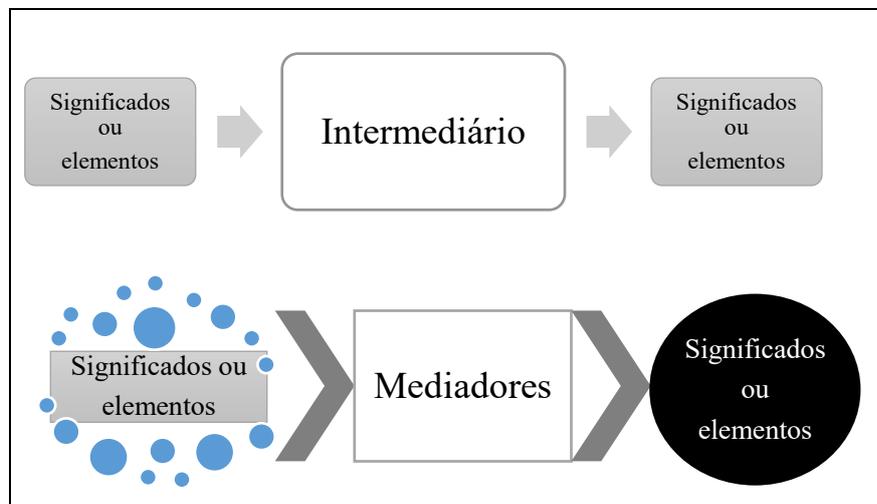
4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A Teoria Ator-Rede (TAR)

Um grupo de pesquisadores, dentre eles destacamos Bruno Latour e John Law, que ao refletir sobre ciências, tecnologia e as relações sociais propuseram uma nova teoria social denominada Teoria Ator-Rede também conhecida pelo acrônimo ANT (*Actor-Network Theory*) ou TAR. Essa nova teoria foi descrita por Bruno Latour (2012) em seu livro “Reagregando o social” que, como o próprio nome pressupõe, apresenta uma compreensão que pretende resgatar o significado original da palavra “social” como associação (LATOURE, 2012, p. 25). Como se sabe mudanças de paradigmas partem geralmente de questionamentos, e Latour os fez por meio da proposição de cinco fontes de incertezas, as quais, pretendo discorrer resumidamente nos próximos parágrafos relacionando-as à alguns estudos que tiveram a TAR como referencial teórico.

Qual é a natureza íntima das entidades? Elas se comportam como intermediários ou mediadores? Essa primeira incerteza sobre ação dos actantes é, segundo Latour (2012, p. 65 e 66), a fonte das demais incertezas. Um intermediário “é aquilo que transporta significado ou força sem transformá-los (...). Os mediadores, entretanto, transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado (...)”. Os mediadores, por seu turno, não podem ser contados como apenas um, eles podem valer por um, por nenhuma, por várias ou uma infinidade (...). Esses meios de produção do social são corriqueiramente utilizados como sinônimos, por isso optei por esquematiza-los na figura 2 em prol de uma melhor distinção.

Figura 2 – Representação esquemática da diferença de atuação de intermediários e mediadores. No primeiro caso ter conhecimento do que entra é suficiente para saber o que sai, enquanto que no segundo caso o que entra não define o que sai.



FONTE: SmartArt elaborada pelos autores com base na leitura de Latour (2012).

A atuação de mediadores diversos dentro do fazer científico foi descrita por Oliveira (2017) ao realizar um mapeamento dos processos de elaboração e adaptação de uma sequência didática envolvendo questões sociocientíficas suscitadas pelo “Estatuto do embrião”. Essa autora demonstrou esquematicamente a capacidade que alguns atores tiveram de modificar a rede. Ela cita como exemplo: o orientador, as pesquisas virtuais, o currículo, o calendário, a greve, os prazos de qualificação e também a própria sequência didática. Em um estudo realizado, junto aos alunos do curso de pedagogia da Universidade Federal do Amazonas, Ferreira (2016) constatou que a dança e o ciberespaço atuaram como mediadores para o ensino de ciências com ênfase em física.

Os mediadores podem ser agrupados conforme as suas características de atuação? A resposta é sim.

Quando um agente se alia a outro actante sem modificação do objetivo inicial, a mediação estará funcionando como uma composição. Entretanto, quando ela modifica ambos os actantes envolvidos gerando incertezas e formação de novos objetivos seu significado estará relacionado à tradução, translação, deriva e invenção (LIMA, 2018).

Neste ponto se faz oportuno a diferenciação dos termos ator e actante, os quais, já foram utilizados e ainda aparecerão muito ao longo do texto. Quando o agente faz diferença modificando alguma situação ele é denominado ator, agora caso ainda não tenha uma figuração receberá o nome de actante. Um actante “é qualquer entidade que, em um dado tempo, pode adquirir a habilidade de fazer coisas acontecerem. O actante não necessita estar consciente ou ter intenção.” A compreensão da ligação entre os actantes acontece pela translação, um “ (...) processo pelo qual um actante modifica outro.” E são “(...) os momentos de translação entre os actantes que formam as redes sociomateriais” (COUTINHO et al., 2014, p. 1934 e 1935). Prossigamos agora para a apresentação das cinco fontes de incertezas discutidas por Latour começando pelo processo de formação de grupos.

A primeira incerteza se origina da possibilidade que os atores têm de a cada momento estabelecerem associações bem como se afastarem ou desviarem-se de outros atores. Para a TAR não existe um estoque de conexões. Os grupos só existem por meio de um processo contínuo de fazer e refazer de grupos. A estabilidade à longo prazo e em larga escala passa a ser a exceção, a qual, também faz jus à uma investigação (LATOUR, 2012).

Um estudo realizado por Campolina e Rajão (2019, p. 116) ao seguirem um grupo de ambientalistas do núcleo Córrego João Gomes Cardoso verificou, dentre outros aspectos interessantes, “que o fortalecimento do grupo, dos nós que conectavam os diversos actantes, só

foram estabelecidos por meio do agenciamento, das várias ações planejadas e executadas, ou seja, do movimento”. Seus resultados corroboraram essa primeira fonte de incertezas, questionadora da existência de grupos pré-estabelecidos e defensora da dependência entre a rede e o movimento.

A segunda fonte de incertezas emerge do questionamento sobre a postura do analista/pesquisador de dizer antecipadamente quem são de fato os atores e o que os leva a agir. É necessário esclarecer que “a expressão ator-rede, não é a origem de um ato e sim o alvo móvel de um amplo conjunto de entidades que enxameiam em sua direção.” (LATOURE, 2012, p. 75). O ator nunca está sozinho ao agir. Sua ação é partilhada e por isso a expressão ator-rede. Law (1992, p. 4) oferece uma boa explicação sobre essa concepção:

O argumento é que pensar, agir, escrever, amar, ganhar dinheiro – todos atributos que nós normalmente atribuímos aos seres humanos, são produzidos em redes que passam através do corpo e se ramificam tanto para dentro e como para além dele. Daí o termo ator-rede – um ator é também, e sempre, uma rede. (...) Todos fenômenos são o efeito ou o produto de redes heterogêneas. Mas na prática nós não lidamos com essas intermináveis ramificações. Na verdade, na maior parte do tempo, nós nem mesmo estamos em posição de detectar as complexidades da rede. O que ocorre é o seguinte. Sempre que uma rede age como um único bloco, então ela desaparece, sendo substituída pela própria ação e pelo autor, aparentemente único desta ação. Ao mesmo tempo, a forma pela qual o efeito é produzido é também apagada: nas circunstâncias ela não é visível e nem relevante. Ocorre, então, que algo muito mais simples surge – uma televisão (funcionando), um banco bem administrado, ou um corpo saudável –, por um tempo, para cobrir as redes que o produziram.

Essa fonte de incertezas relativas à ação do ator-rede questiona políticas que eliminam artificialmente do mundo muitas entidades. Ela gera reflexões importantes sobre emancipação ao enfatizar que “os atores podem também ter suas próprias teorias da ação para explicar como se produzem os efeitos das ações” (LATOURE, 2012, p. 90).

Numa pesquisa realizada por Goulart et al. (2019) envolvendo crianças entre quatro e cinco anos de uma Unidade Municipal de Educação Infantil observa-se essa incerteza na maneira como a professora conduziu a atividade. As crianças precisavam categorizar pistas colhidas em um bosque: o que vem a ser pista humana e da natureza? A professora ora considerava o que as crianças faziam e pensavam, ora voltava-se para categorizações essencialistas. Por fim, ao “arriscar e fluir com a turma, a professora experimentou viver, naquele instante, a vida que as crianças vivem (..)” (GOULART *et al.*, 2019, p. 91). Demonstrando que os atores podem sim apresentar suas próprias teorias.

Partamos agora para outra mudança drástica de paradigma pontuada inicialmente neste estudo, mas que agora será melhor explanada, a terceira fonte de incertezas. Ela amplia o leque

dos agentes participantes do curso da ação colocando em suas análises os objetos simetricamente aos seres humanos. Ela considera, portanto, seres-humanos e os materiais como agentes, quebrando assim com a dicotomia e a hierarquia, ao afirmar que ambos se influenciam em uma via de mão dupla. É importante destacar que, ao nivelar os seres humanos aos materiais, ela não está indicando que este deve ser tratado como um objeto, entretanto, a nível analítico essa posição é crucial para mudanças de paradigmas.

No momento em que alguns pesquisadores vão à campo já com essa mudança de enfoque em mente os resultados são perceptivelmente diferentes. Ferrari e Coutinho (2019) acompanharam por um tempo o processo inclusivo de adolescentes surdos no ensino regular. Esses autores perceberam que diversos objetos atuaram juntamente com os surdos e os ouvintes em sala de aula, alguns por algum momento contribuindo com processo inclusivo, enquanto outros, como a tampa de um pincel do professor, interromperam a comunicação entre o professor ouvinte e os alunos surdos (FERRARI; COUTINHO, 2019). Existe, portanto, uma ação conjunta dos humanos e não-humanos, o olhar não pode se enviesar focando apenas na relação discursiva dos humanos.

Nesse sentido o conhecimento está, segundo a lente da TAR, corporificado em várias formas materiais, as quais, são justapostas em uma rede. A ciência, por exemplo, acontece justapondo-se elementos sociais, técnicos, conceituais e textuais e convertendo-os (traduzindo-os) para um produto científico (LAW, 1992, OLIVEIRA, 2019). A importância, portanto, não está apenas no humano ou no objeto, mas na rede sociotécnica que eles promovem ao se relacionarem na composição do coletivo. Nesse sentido, segundo a TAR, para a ciência explicar um fenômeno ela precisa traçar uma rede ligando algumas entidades às outras. Essa rede é formada pela existência de traduções entre mediadores que podem gerar associações rastreáveis (LATOURET, 2012). Ao rastrear e introduzir novas agências nos relatórios emergirão inevitavelmente questões de interesse.

A quarta fonte de incerteza critica a existência de versões hegemônica dos fatos e evidencia a importância das controvérsias do processo. Nesse sentido a TAR faz um convite à inclusão nos estudos dos diversos traços deixados por essas questões de interesse. Na prática diante da multiplicidade de pontos de vista Latour propõe a realização de um mapeamento dessas controvérsias. Essa fonte de incerteza, ao revelar a realidade dos muitos mundos, pretende reforçar o lugar de relevância política das ciências (LATOURET, 2012).

Faria e Coutinho (2015) investigaram as conexões entre a participação cidadã e o conhecimento científico, na controvérsia sobre a instalação do projeto Apolo (extração de minério de ferro) na Serra do Gandarela (MG). Após a análise de textos jornalísticos, científicos e literários que contivessem informações sobre o projeto Apolo os pesquisadores questionaram, dentre outras coisas, a ideia de ser a aquisição de conhecimentos, habilidades e valores sobre a ciência e a tecnologia suficientes para uma resolução de conflitos. E propuseram que os **objetos** técnico-científicos sejam tratados como **projetos** técnicos-científicos imbuindo assim questões técnicas, políticas, econômicas e afetivas. Esse estudo convida à realização de uma educação científica para a cidadania tendo a investigação das controvérsias como seu viabilizador.

Como fica o pesquisador diante da grande quantidade de controvérsias? A quinta fonte de incertezas discorre sobre a escrita de relatos de risco pelos pesquisadores. Relatos arriscados porque segundo Latour esses podem facilmente falhar ao transpor o “evento” do social para o “evento” da leitura por meio do texto. Emerge dessa última incerteza algumas proposições com potencial para auxiliar na escrita dos relatos. Entre elas: usar como ferramenta a tessitura de uma rede, tratar os atores como mediadores, escrever cadernos diário da pesquisa, compreender que uma boa descrição não exige explicação e quando em grupo se organizarem em torno de estabilização ou unificação de um mundo onde gostariam de viver. Nesse sentido um bom relato exige, portanto, um árduo trabalho do pesquisador (LATOURE, 2012).

As cinco fontes de incertezas, em relação ao presente estudo, servirão de base analítica em relação à maneira como ocorreu o processo de elaboração do jogo “Energizando”. Por meio de questionamentos, tais como: quais controvérsias apareceram durante o processo de elaboração do jogo? Quais actantes se caracterizaram como mediadores no processo? Como adaptar a metodologia para conseguir rastrear a rede sociomaterial? No próximo tópico faremos um esforço no sentido de discutirmos sobre a ludicidade vinculando-a à TAR e também ao formato de jogo escolhido para o presente estudo.

4.2 A TAR, a ludicidade e o ensino por jogos

Inspirado nos modos de existências propostos por Latour (2012) em seu livro “*Enquête sur les modes d’existence: une anthropologie des modernes*”, Lemos (2015) fez uma associação de alguns modos de existência às características da ludicidade e chega ao que pode ser denominado de “modo de existência do Lúdico”. Ele explica que na medida em que esses interpelam e exigem a atenção para sobreviverem se relacionam à *ficção* e à *metamorfose* ao passo que, ao seguirem trajetórias por intermédio de artefatos e regras estão expressando seu

modo “*técnica*” de existência. O modo Lúdico seria, portanto, um híbrido desses três modos de existência (LATOURE, 2012).

Outro estudo relacionando Ludicidade, Tecnologia e TAR acrescentou o modo de existência da *religião* ao modo Lúdico argumentando que existe uma transcendência de corpos e mentes presentes, por exemplo, nos jogos de papéis durante as brincadeiras de imaginação e nos avatares dos jogos virtuais (QUEIROZ E MELO; MORAES, 2016). Ao se relacionar esse modo Lúdico de existir à educação, principalmente por meio do uso de jogos, é possível se perceber a presença de diversas influências ao longo da história, em decorrência tanto das decisões das instâncias religiosas quanto científicas. Sant’Anna e Nascimento (2011, p. 24 e 29), seguindo a temporalidade dos acontecimentos emblemáticos, sintetizam esses aspectos em sua apresentação sobre a história do lúdico na educação:

Já no final da Idade Média e início da Idade Moderna em meados do século XV a Igreja Católica, tornou-se responsável por extinguir os jogos da educação por considerar o jogo algo profano. Seu uso para o ensino volta a ter destaque logo em seguida com os jesuítas, mas que não se perpetuou, pois em meados de 1758 os jesuítas foram expulsos e o Brasil ficou sem nenhum sistema organizado de ensino. (...) Citando o século XX, tivemos algumas propostas novas, como a Pedagogia Nova, ajudando a estruturar um novo olhar para o ensino, além do Positivismo e o Tecnicismo do Ensino de Ciências. Nas primeiras décadas do século XX, o aprender fazendo, a pesquisa investigatória, o método da redescoberta, os métodos de solução de problemas como também as feiras e clubes de ciências foram as grandes mudanças ocorridas para um ensino que até então não tinha essa preocupação. (...) Temos a Psicologia, a Pedagogia e até mesmo a Sociologia estudando como o convívio social das crianças influencia no seu aprendizado, dando ênfase à utilização do lúdico como objeto de estudo e pesquisa para o desenvolvimento da criança. (...) Passamos então a ter estudos publicados que tratam da educação lúdica não somente como um ato simplista de brincar, sem qualquer relação com o desenvolvimento do ser humano, sendo considerado em qualquer fase da vida, um instrumento relacional com o conhecimento.

Apesar dos estudos em psicologia demonstrarem essa importância do lúdico em todas as fases da vida é preciso pontuar a existência de uma tendência, presente principalmente na mídia tradicional, de se restringir as brincadeiras à infância. Os jogos virtuais, entretanto, já se expandiram para um público mais diversificado (LEMOS, 2015) e nos últimos tempos os espaços de jogos voltados para o público adulto têm se expandido. Outra crítica pertinente a esse processo histórico é o fato da prática lúdica, com o tempo, ser colocada na condição de facilitadora da aprendizagem associando-a à ideia de treinamento, exercício e simulacro (QUEIROZ E MELO; MORAES, 2016). O modo lúdico, entretanto, não se restringe à um facilitador da aprendizagem, como destaca, Lemos (2015, p. 15):

No modo de existência do LUD, há algo que nos toca, seja pelo simples divertimento (a brincadeira), seja pela competição e a luta agonística em busca de um desafio a ser conquistado (o jogo). Há mesmo algo de “*ludus*” e de “*paedia*”, portanto, nos seres

do jogo. Eles produzem um mundo para além da querela entre narratologia e ludologia, convocando narrativas midiáticas (e hoje transmidiáticas), bem como aspectos competitivos agonísticos. O modo lúdico alcança sua condição de felicidade ao nos convocar (MET/FIC), e essa convocação se dá sempre por “intermédios” — técnicas, objetos, mídias (TEC). (...) O modo lúdico tem algo do modo do “*attachement*” que cria valor e que se mantém na “organização” e na “moralidade”.

Roger Caillois, em seu livro “Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem” (2017), partindo de uma concepção ampliada do conceito de jogos, mais próxima do que hoje denominamos de atividades lúdicas, propõe uma teoria ampliada dos jogos. Na primeira parte do seu livro, ele apresenta quatro categorias de jogos denominadas: Agôn, Alea, Mimicry e Ilinx. Para essa categorização, utiliza como critério o predomínio do papel da competição (Agôn), do acaso (Alea), do simulacro (Mimicry) ou da vertigem (Ilinx). No que se refere à maneira de se jogar ele discute sobre a existência de dois polos antagônicos coexistentes- a Paidia e o Ludus- os quais, a depender do tipo de jogo, estarão mais ou menos presente. A “Paidia” abarca as manifestações espontâneas do instinto de jogo, aquela agitação imediata e desordenada, enquanto que o “Ludus” aparece para disciplinar e enriquecer a “Paidia” criando dificuldades a serem superadas durante o jogo.

Ao longo do livro, Caillois (2017, p. 49, 57 e 127) expõe a amplitude e complexidade do seu objeto de estudo e assim propõe, em uma segunda parte, a existência de seis conexões possíveis entre as categorias de jogos. Para o presente estudo, nos interessa o predomínio e a interligação entre agôn e mimicry (competição e simulacro). O agôn se refere a todo um grupo de jogos que “aparece como competição, isto é, como um combate em que a igualdade das oportunidades é artificialmente criada para que os adversários se enfrentem em condições ideais, suscetíveis de dar um valor preciso e incontestável ao triunfo do vencedor.” Enquanto que o mimicry se refere à uma variedade “de manifestações que tem como característica comum apoiar-se no fato de o sujeito simular crer, fazer crer a si próprio ou fazer com que os outros creiam que é um outro diferente de si mesmo”. A coexistência possível dessas duas categorias ocorre porque “toda competição é em si um espetáculo”, além disso existe uma transferência do simulacro para os espectadores que acaba por alimentar o agôn do jogo porque o competidor sente a responsabilidade de estar representando e assim se esforça para conseguir a vitória.

Um futuro diálogo entre Caillois e Latour seria interessante pensando, ainda que de maneira incipiente, na possibilidade de realização de paralelos entre a categoria “Mimicry” e os seres da “ficção e da metamorfose”, bem como entre a “vertigem e a religião” ou na relação entre “Ludus” e os seres da técnica. Importante notar também que ambos os autores oferecem em seus estudos um espaço para a presença dos materiais. Além disso, é possível perceber a

existência de angústias/conflitos na teoria de Caillois (2017, p.115) relativas a polaridade de se “explicar os jogos a partir das leis, costumes e liturgias ou, ao contrário, explicar a jurisprudência, a liturgia, as regras da estratégia, do silogismo ou da estética pelo espírito de jogos são complementares, igualmente fecundas, se não se considerarem exclusivas”. Ele se depara com a necessidade de saber quem precedeu quem? O jogo ou a estrutura séria? E apesar de considerar essa polaridade de explicações como algo inútil, ao final, acaba escolhendo a pretensão de lançar os fundamentos de uma sociedade a partir dos jogos. Neste ponto notasse nitidamente as dificuldades pontuadas pela TAR em decorrência de uma análise não simétrica. Entretanto, é preciso enfatizar que esse diálogo entre as duas teorias não é a pretensão inicial do presente estudo e que, portanto, deixaremos como sugestão para futuras pesquisas sobre ludicidade.

A ludicidade, presente nessas discussões, perpassa pela sociedade e, por isso, também pela educação e mais especificamente, no que se refere à este estudo, pelo ensino de ciências, com destaque para a participação intrínseca dos não-humanos em todos esses cenários do lúdico. Quando há a junção de uma situação lúdica, na presença de um sistema de regras específico e que envolva prazer poderemos caracterizar o que denominamos “jogos”. Cavalcanti (2018) citou os seguintes pontos comuns aos pedagogos e filósofos envolvidos com o jogo: “a própria natureza do jogo, variando entre a voluntariedade, a presença de regras, o caráter de não seriedade, o lúdico e o prazer.” Nesse sentido como a presente pesquisa se refere ao desenvolvimento e análise dessa elaboração e utilização de um jogo pedagógico no formato RPG os próximos parágrafos detalharão sobre esse formato de jogo e também farão referência aos resultados de alguns estudos interessantes envolvendo jogos pedagógicos.

Atividades com representações de papéis são bem antigas, assim como as relacionadas aos jogos do tipo *Role-playing Game* (RPG), pessoas reunidas em grupos, pequenos ou grandes, para de uma forma criativa e coletiva dar voz a personagens e criarem histórias. Essas representações têm início nas brincadeiras infantis e podem perdurar, dependendo do contexto, por toda a vida da pessoa (GRANDO; TAROUÇO, 2008). Com base nessas características e nas proposições de Caillois (2017) existe, portanto, nesse formato de jogo o **predomínio** da encenação e por isso poderemos classificá-lo como um jogo Mimicry.

O jogo RPG é composto por um livro que traz informações necessárias para se iniciar uma partida com comentários sobre ambientações, regras, explicações sobre a interatividade e dicas para os narradores criarem sua própria história. Os livros também trazem a ambientação, - geografia, clima, história, cultura e etc., - que consiste no universo ficcional em que os RPG's

se desenvolvem e onde os personagens atuam. A história durante o jogo é criada e recriada por meio da interação dos participantes com o narrador de forma coletiva e cooperativa (VASQUES, 2008; CAVALCANTI, 2018).

Ao enfatizar a utilização do jogo pedagógico do tipo RPG na educação, Grandó e Tarouco (2008, p. 8) descreveram sobre as possíveis contribuições advindas da utilização desse jogo no processo de ensino aprendizagem, são elas:

Socialização: Devido aos participantes conversarem entre si e com o mestre (Narrador/Professor), trocando informações e relatando as ações de seus personagens. (...) Cooperação: Para que o indivíduo seja bem-sucedido mediante os desafios propostos pelo Narrador (coordenador) da história, ele precisará cooperar com os jogadores para que juntos concluam a atividade. Criatividade: Cada um dos participantes desenvolve sua criatividade ao se imaginar na história e ao decidirem como os seus personagens reagem e resolvem os desafios das histórias. (...) Interatividade: Os jogadores estão constantemente interagindo entre si e com o mestre. (...) Interdisciplinaridade: Uma única história pode abordar temas de várias disciplinas harmonicamente (...).

Além das contribuições acima citadas, o jogo RPG, mesmo tendo regras como os outros, pretende oferecer a possibilidade de uma participação mais ativa aos estudantes. Isso acontece no momento em que precisam discutir em grupo sobre os caminhos e escolhas que farão ao longo da história do jogo. Pretende-se, com isso, uma promoção da discussão em prol de um encontro com a linguagem científica que, por natureza, é uma linguagem argumentativa (SASSERON, 2015).

Dois estudos distintos utilizando jogos pedagógicos com estudantes do curso de licenciatura em química chegaram a conclusões muito semelhantes. Um deles realizado por Deus e Soares (2020) envolveu um jogo de realidade alternada³, semelhante ao RPG, sua narrativa, entretanto, permite que o jogador transite entre realidades virtuais e concretas, o outro estudo desenvolveu, aplicou e analisou um RPG propriamente dito e um dos seus frutos foi o livro “*Role Playing Game e o ensino de química*” escrito por Cavalcanti (2018). Ambos os estudos revelaram que a problematização suscitada pelo jogo, juntamente com sua liberdade característica, permitiu que os jogadores, mesmo errando, não deixassem de participar. Isso também possibilitou a detecção de visões simplistas dos conceitos e uma dificuldade em contextualizá-los. Outro ponto comum foi a caracterização de uma avaliação formativa dos conhecimentos por meio da utilização do jogo, pois, em ambas as propostas o professor teve a

³ O termo alternada no lugar de alternativa caracteriza um formato de jogo em que os desafios são realizados no mundo físico e no mundo virtual, de forma alternada, ou seja, ora os desafios se encontram em uma realidade a qual eles conhecem e vivem fisicamente, ora acontecem via computadores, telefones celulares, internet entre outros meios virtuais, aos quais também convivem.

liberdade de realizar interferências e assim alimentar a discussão (CAVALCANTI, 2018; DEUS; SOARES, 2020).

Ainda sobre as potencialidades de um jogo pedagógico, num outro estudo com o jogo denominado “Galápagos” para o ensino sobre evolução, com aporte teórico da TAR, os pesquisadores Lobo e Viana (2020) demonstraram a existência de *choques entre jogabilidade e realidade*, pois em algumas situações, restrições se fizeram necessárias no processo de aproximação da realidade para as regras do jogo. A relação dos jogadores com o jogo os proporcionou uma *identificação de lacunas* em torno de conteúdos básicos das ciências, tais como, a inclinação do eixo da Terra e as estações do ano. A relação entre jogadores e jogo ainda permitiu a *ampliação e ressignificação de sentidos dos conceitos* de evolução biológica. Tudo isso, entretanto, só foi possível porque os pesquisadores colocaram de início a condição de *jogo em processo de construção*, o jogo não foi postulado como uma caixa-preta para os graduandos, que assim tanto afetaram o material como foram afetados por ele. Uma reflexão contundente que precisa ser levada em consideração nas pesquisas do tipo que envolvem a configuração “jogadores (estudantes)-jogos-pesquisadores-professores”.

Nesse tópico a discussão partiu dos aspectos amplos e históricos da ludicidade e foi se afunilando para as características dos jogos, mais especificamente, as potencialidades do RPG e as experiências de estudos prévios que desenvolveram, aplicaram e analisaram o ator-rede em que este material esteve presente. Partiremos agora para a abordagem ontológica escolhida para trabalharmos com a temática energia.

4.3 O ensino sobre energia e o processo de equilíbrio

A necessidade de escolha de um conceito “científico” de energia para este estudo se mostrou inicialmente como imprescindível para servir como guia ao desenvolvimento do jogo pedagógico. Entretanto, o estudo da tese de Crepalde (2012) sobre o ensino de energia possibilitou a percepção de que esse não era o ponto de partida. Apesar da compreensão do conceito científico de energia ser muito importante, tendo em vista, a sua capacidade de integração dos fenômenos que ocorrem na natureza (DRIVER; MILLAR, 1986), a palavra “energia” é polissêmica. Levando isso em consideração o presente estudo optará por apresentar os aspectos da energia com base nos conceitos de transformação, transferência, conservação e degradação, os quais, serão abordados ao longo do jogo pedagógico de uma forma conjunta e aplicada aos seus diferentes territórios. Sobre essa discussão da conceituação da energia, Hewitt (2009, p. 120) explica:

Mais importante do que ser capaz de enunciar *o que é a energia* é a compreender como ela se comporta – *como ela se transforma*. Podemos entender melhor os processos e transformações que ocorrem na natureza se os analisarmos em termos de transformações de energia de uma forma para outra ou de transferências de um lugar para outro. A energia é a maneira que a natureza dispõe para prosseguir o jogo. Os processos da natureza são melhor compreendidos quando analisados em termos de variações de energia.

Ao realizar um estudo sobre o diálogo intercultural com as ciências, com enfoque na temática energia e ambiente, Crepalde (2012, p. 87) encontrou que os enunciados dos professores em formação, participantes do estudo, “reforçam a importância dos conceitos de transformação, conservação e degradação serem trabalhados conjuntamente para promoção de um maior entendimento do conceito científico de energia”. Além disso, chama atenção em seus resultados o fato da palavra “conservação” ter aparecido nos enunciados iniciais no sentido de manter/preservar/economizar, contrária ao princípio científico, segundo o qual, “A energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante” (HEWITT, p.119). O conhecer sobre essas concepções cotidianas dos processos envolvendo energia foi de extrema valia para o diálogo entre os conhecimentos cotidianos e científicos no momento da elaboração da história do jogo.

Com base nos referenciais acima elencados é possível destacar o caráter de funcionamento em sistema da energia e como tal mais compreensível pela via dos processos de equilíbrio. Em um esforço para se identificar um conhecimento como sendo um evento ou uma equibração, Ferrari e Chi (1998) propuseram alguns atributos ontológicos. Ao relacionarmos esses atributos aos conhecimentos sobre energia é possível evidenciar o fato: dela **não ser finita** (degradação e transformação da energia), de gerar um **efeito de rede** (como por exemplo nas teias alimentares), **não** ser algo com **começo e fim bem** definidos (a conservação da energia), o fato de acontecerem **simultaneamente** e constantemente ao nosso redor. Por exemplo, neste instante, eu escrevo o presente texto e para tal se faz necessário um gasto de energia do meu corpo, meu computador está ligado à tomada e a luz do sol entra pela janela. Todos esses aspectos, portanto, caracterizam e destacam a importância de se tratar o ensino de energia como um processo de equibração.

Soma-se a esses argumentos os resultados de um estudo realizado anteriormente por Slotta e Chi (1996), no qual, ao se ensinar os alunos com base nas ideias de equibração, além de compreenderem mais profundamente um texto de física sobre eletricidade, os estudantes se mostraram capazes de transferir essa compreensão para o estudo de um dos principais conceitos da teoria da evolução a relação entre predador-presa.

Um estudo realizado por Rodrigues e Silva (2000), com biólogos recém-formados e estudantes de biologia, investigou a persistência de concepções alternativas sobre evolução relacionando-as ao erro de categorização da evolução como processo. Os resultados desse estudo reforçaram essa tendência que o ser humano tem de perceber os fenômenos como eventos. As conclusões dos estudos citados confirmam, portanto, a relevância de propostas que tenham por base o desenvolvimento de uma compreensão dos conceitos tomando como referencial aspectos ontológicos de equilíbrio. Esses aspectos devem ser considerados, tanto, no desenvolvimento de recursos pedagógicos, tais como jogos, quanto na análise dos resultados das pesquisas. Além disso, tendo em vista que conhecimentos relativos à ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente foram acessados no processo faz-se necessário também um embasamento teórico sobre essas vertentes no ensino, o que, se pretende realizar no próximo tópico.

4.4. Abordagem CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

A necessidade de se compreender a mediação social presentes nos processos científicos e tecnológicos juntamente com o questionamento sobre a neutralidade desses conhecimentos formaram terra fértil para o início, na década de 1960, do movimento CTS (CUTCLIFFE, 2003). Esse começo foi marcado pela divergência entre essencialistas e críticos ativistas, os primeiros buscavam a transformação da sociedade pela ciência e tecnologia, enquanto que os segundos questionavam o caráter benéfico dessas esferas (LÜCKEMEYER; CASAGRANDE JUNIOR, 2010). O movimento CTS se constituiu como um campo interdisciplinar que objetiva estudar essa complexa relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Frente à sua amplitude será necessário para o presente estudo a realização de um recorte relacionando-o à educação, mais especificamente ao ensino de ciências.

A necessidade de se formar o cidadão em ciência e tecnologia adequadamente deu origem aos trabalhos curriculares em CTS. Santos e Mortimer (2002) angariaram vários referenciais e assim propuseram reflexões relevantes sobre os pressupostos do currículo CTS no contexto brasileiro. Para esses autores o currículo é influenciado por visões de ciências, tecnologias, sociedade e de suas interações.

Sobre as visões de **ciências**, Santos e Mortimer (2002) destacam a importância de se desfazer o mito do cientificismo sugerindo para isso a presença das discussões da filosofia, história e sociologia da ciência nos currículos da educação básica. Sobre **tecnologia** eles

criticam visões reducionistas focadas em seus aspectos técnicos e explicam sobre a necessidade de se inserir discussões relativas aos valores envolvidos nas decisões políticas. Sobre os aspectos **sociais** do currículo destacam a importância de se levar os alunos à compreensão dos grupos sociais organizados. Levantam também divergências quanto à seleção de temas globais ou regionais e nesse viés convergem para a proposição de “uma abordagem a partir de problemas locais que se articulassem com a dimensão global (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 10)”. Nesse sentido, eles defendem que as interações CTS não podem se restringir à um ensino que explore apenas suas aplicações sem se vincular às dimensões sociais.

A proposta de uma maior aproximação desse movimento às dimensões sociais por consequência se deparou com os problemas ambientais causados pelas atividades humanas e por isso alguns autores fizeram uma junção das questões ambientais ao enfoque CTS. A partir dessa inclusão o movimento passou a ser denominado CTSA, essa transposição aconteceu principalmente na vinculação do movimento ao ensino, pois existe uma convergência entre a educação ambiental e o ensino CTS no que se refere à perspectiva de uma formação da cidadania. Essa inter-relação, quando presente no currículo e na prática docente, tem o potencial de promover uma compreensão e sensibilização dos alunos em relação ao meio ambiente, dentro de uma perspectiva ampliada, com a incorporação dos fatores sociais (VASCONCELLOS; SANTOS, 2008).

Entretanto, as propostas curriculares mais tradicionais acabam por cometerem uma falha importante ao não se centrarem nas **inter-relações** entre ciência, tecnologia e sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002) e ambiente. Alguns estudos também indicam que esse enfoque não se restringe à elaboração curricular e que também está presente na transposição dessa abordagem currículo para as práticas educacionais baseadas nesse movimento. Essa transposição gerou uma pluralidade de compreensões e de diferentes enfoques ao movimento CTSA.

Os diferentes enfoques do movimento CTSA na educação foram demonstrados por Pedretti e Nazir (2011), por meio de um levantamento literário. Esses autores utilizaram-se de processos indutivos e dedutivos com o objetivo de mapear as vertentes do campo CTSA na educação. Eles constataram a existência de seis correntes: aplicação/planejamento, histórica, raciocínio lógico, sociocultural, centrada no valor e socioeconômica. Os autores explicaram ainda o foco, objetivo, abordagem e aplicação de cada uma dessas vertentes (QUADRO 1).

Quadro 1 – Correntes da CTSA na educação. Tradução própria. (PEDRETTI; NAZIR, 2011)

<i>Correntes</i>	<i>Foco</i>	<i>Objetivos da educação científica</i>	<i>Abordagem dominante</i>	<i>Exemplos de estratégias</i>
<i>Aplicação/ planejamento</i>	Resolução de problemas por meio da criação de novas tecnologia ou modificação de tecnologia existente com ênfase na investigação e nas habilidades	Utilitário Prático Solução de problemas Transmissão de disciplinas, conhecimentos e habilidades técnicas	Cognitivo Experiencial Pragmático Criativo	Aprendizagem baseada em problemas Projetando e construindo artefatos
<i>Histórica</i>	Compreensão da história e da incorporação sociocultural das ideias científicas e dos trabalhos dos cientistas.	Conquistas culturais e intelectuais Valor intrínseco (interessante, emocionante, necessário)	Criativo Reflexivo Afetivo	Estudos de casos históricos Encenação Drama Simulações
<i>Raciocínio Lógico</i>	Na compreensão de problemas Tomada de decisão sobre questões sociocientíficas tendo por base as evidências empíricas.	Cidadania Responsabilidade cívica Tomada de decisão (pessoal e social) Compartilhamento de ideias	Reflexivo Cognitivo	Uso de Problemáticas sociocientíficas Análise de risco / benefício Análise das partes interessadas Uso de modelos argumentativos Modelos para tomada de decisão Debates
<i>Sociocultural</i>	Entendendo ciência e tecnologia como existente dentro de um contexto sociocultural mais amplo	Conquistas culturais e intelectuais Compartilhamento de ideias	Holístico Reflexivo Experiencial Afetivo	Estudos de caso Uso de problemas sociocientíficos Inclusão de sistemas alternativo de conhecimentos como o tradicional e o espiritual. Narrativas Currículo integrado
<i>Centrada no valor</i>	Problemas de compreensão. Tomada de decisão sobre questões sociocientífico Tendo por base a ética e raciocínio moral.	Cidadania Responsabilidade cívica Tomada de decisão (pessoal e social) Negociação de ideias	Afetivo Moral Lógico Crítico	Estudos de caso Análise de questão sócio-científica Uso de uma moral filosófica em sua área de trabalho Esclarecimento de valores Tomada de decisão moral
<i>Sócio-ecojustiça</i>	Na crítica/resolução de problemas sociais e ecológicos. Por meio de agência humana ou movimentos/ações.	Cidadania Responsabilidade cívica Solução de problemas Transformação / agência / emancipação	Criativo Afetivo Reflexivo Crítico Experiencial Com base no local	Uso de problemas socio científicos Estudos de caso Projetos comunitários Debates Desenvolvendo planos de ação Uso de recursos contextos locais e globais

Pedretti e Nazir (2011) ao organizarem essas correntes não tinham como pretensão a indicação de caminhos a se seguir dentro do movimento CTSA. Elas foram organizadas com o intuito de se oferecer a compreensão da complexidade desse campo, informando os pontos fortes e fracos de cada uma das correntes. Eles destacam que essas correntes podem coexistir, se sobrepôr e serem utilizadas em harmonia. Indo ao encontro dessas reflexões mais abrangentes sobre o movimento CTSA e o ensino de ciências, um estudo realizado por Coutinho et al. (2014, p. 2179) fez apontamentos relevantes no que tange aos impasses presentes dentro desse movimento. Eles identificaram as seguintes aporias associadas ao CTSA:

- 1) ensinar a ciência como conhecimento objetivo e neutro; 2) ensinar a Ciência e a Tecnologia como desenvolvimento inexorável da humanidade; 3) romantizar ou estereotipar a História da Ciência; 4) estabelecer uma concepção estreita de racionalidade, tratando assimetricamente o modo de raciocinar de outros povos; e, 5) estabelecer visões universalistas de valores (sejam morais ou epistemológicos).

A fonte dessas aporias se refere ao fato do movimento CTSA não ter dado a devida importância à natureza das relações entre seus elementos, o que se deve, ao aparente esquecimento do esforço presente no processo de construção do objeto científico (COUTINHO et al., 2014). Melo et al. (2016) confirma esse distanciamento, pois, em seu levantamento dos temas que orbitam o enfoque CTS na produção acadêmica brasileira em ensino, constataram uma “ausência de algumas temáticas fundadoras de CTS (por exemplo, sociologia da ciência e da tecnologia, e políticas científicas e tecnológicas)”. Segundo eles, a visita aos campos fundadores é importante para se evitar distorção de ideias ou compartimentalização de uma área.

As tendências à realização de enfoques tanto, no procedimento de organização curricular quanto, nas estratégias de ensino demonstram que esse processo de purificação acaba por gerar aporias dentro do movimento CTSA. Levando à um distanciamento do objetivo inicial desse movimento o de promover compreensões mais críticas do fazer científico e tecnológico vinculando-os aos aspectos sociais e ambientais. O enfoque precisa estar na **relação** desses campos do saber. Nesse sentido, são os trabalhos de translação e não de purificação que oferecerão maiores possibilidades de resolução das aporias dentro do movimento. Essa necessidade de mudança de enfoque também ficou evidente no início do presente estudo, pois, a busca por uma definição do conceito de energia, e, portanto, para categorizá-la, passou de uma purificação para tradução e encontrou nos “processos de equilíbrio” um aliado teórico para essa mudança. Inicialmente, além desse embasamento na abordagem CTSA, o Currículo Referência de Minas Gerais também foi acessado como uma orientação para a elaboração do jogo.

4.5. O Currículo Referência de Minas e o Jogo Energizando

A ideia de um currículo que priorize conhecimentos fundamentais foi discutida por Millar (2003, p. 83) em seu artigo “Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos”. Ao citar o conceito de energia como exemplo, ele propõe que seria melhor “se baseássemos o tratamento dado a esse conceito pelo currículo no conceito cotidiano de energia, (...) algo que é utilizado em processos, que faz as coisas acontecerem, que é de valor, um recurso limitado, e que portanto, deve ser usado com parcimônia.” Ele sugere que o foco poderia estar no uso de combustíveis e no modelo calórico de energia. O Currículo Referência de Minas Gerais - CRMG (2019, p. 741) em sua unidade temática “Matéria e Energia” propõe algo similar à essa perspectiva para o ensino sobre energia, ao descrever que após o estudo dessa unidade espera-se que os estudantes sejam capazes de:

“(...) avaliar vantagens e desvantagens da produção de produtos sintéticos a partir de recursos naturais, da produção e do uso de determinados combustíveis, bem como da produção, da transformação e da propagação de diferentes tipos de energia e do funcionamento de artefatos e equipamentos que possibilitam novas formas de interação com o ambiente, estimulando tanto a reflexão para hábitos mais sustentáveis no uso dos recursos naturais e científico-tecnológicos quanto para produção de novas tecnologias e o desenvolvimento de ações coletivas de aproveitamento responsável dos recursos. (...)”.

No ano de desenvolvimento do presente estudo o CRMG estava em um processo de adequação pela Secretaria de Estado de Educação -MG. Por isso, as referências para elaboração do jogo se basearam em uma prévia do currículo disponibilizado aos mestrados da FaE durante uma palestra sobre o novo currículo realizada por um representante da secretaria da educação (evento conhecido como quarta na pós). Com uma série de questionamentos ao final, tanto por parte dos professores, quanto dos alunos do ProMestre. Ao comparar com o documento oficial disponibilizado em 2020 percebi que não houve diferença significativa em relação ao utilizado para o presente estudo.

A seleção dos tópicos do currículo teve por base a relação dele com energia e se restringiu ao componente curricular ciências dos anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano). O quadro 2 demonstra o paralelo organizado entre o ambiente do jogo e os conhecimentos e habilidades sugeridos pelo Currículo Referência de Minas.

Quadro 2- Relação de conhecimentos e habilidades extraídos do Currículo Referência de Minas e utilizados como proposta inicial para elaboração da história do jogo energizando. *EF07 se refere ao 7º ano; EF08- 8º ano; EF09 – 9º ano.

UNIVERSIDADE	<p>EF07CI02X) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas estabelecendo relações entre eles.</p> <p>(EF08CI01X) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis), os tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades e analisar os impactos ambientais gerados.</p> <p>(EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.</p> <p>(EF09CI56MG) Reconhecer as variações de energia envolvida nas mudanças de estado físico da matéria.</p>
ESCOLA	<p>(EF07CI34MG) Identificar materiais como bons e maus condutores de calor na análise de situações práticas e experimentais.</p> <p>(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.</p> <p>(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).</p> <p>(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal. (EF08CI45MG) Compreender as instalações elétricas de nossas casas como um grande circuito, identificando os principais dispositivos elétricos utilizados reconhecendo a importância da segurança no uso da energia elétrica e o risco de choque elétrico.</p>
PARQUE DE DIVERSÕES	<p>(EF07CI03A) utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana.</p> <p>(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas)</p>
SIDERÚRGICA	<p>(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.</p> <p>(EF08CI54MG) Descrever fenômenos e processos em termos de transformações e transferência de energia.)</p> <p>(EF09CI58MG) Reconhecer que uma transformação química pode ocorrer com liberação ou absorção de energia na forma de calor e/ou luz</p>

Nessa interlocução entre a criação da história de cada território e as proposições prescritas pelo currículo outros conhecimentos também foram mobilizados. Em seguida explicarei as intenções para cada um dos quatro territórios do jogo. Na universidade: história do pensamento científico em relação ao conceito de energia. No ambiente “Escola”: transformações de energia luminosa em energia química e aspectos energéticos do corpo humano (respiração) ao se depararem com os alunos praticando uma atividade física (energia cinética). No ambiente “Parque de diversões da cidade”: conceitos de energia potencial e cinética passando pela cama elástica e pela montanha russa. Na indústria têxtil ou siderúrgica:

a energia envolvida nos maquinários do lugar. Portanto, apesar da perspectiva inicial relativa à pergunta “Quais conteúdos abordar ao longo do jogo?” se pautar pelo CRMG ela não se limitou ao documento curricular intencionando-se ir além, na medida em que os professores-pesquisadores envolvidos respeitaram suas vivências e leituras do processo de ensino/aprendizagem sobre energia e também dos aspectos lúdicos.

As orientações do currículo referência de Minas Gerais foram importantes, pois funcionaram como uma lanterna diante da amplitude de possibilidades oferecidas pela temática escolhida. Em seguida passarei para a explicação sobre os caminhos metodológicos da pesquisa.

5 CAMINHOS METODOLÓGICOS

5.1 A pesquisa- ensino e o desenvolvimento do jogo “Energizando”

O presente estudo se caracteriza como pesquisa-ensino. Penteado (2010) ao realizar um mapeamento sobre a pesquisa-ensino, explica que, em sua dimensão metodológica, esta pode ser classificada como uma pesquisa crítico-colaborativa. O professor-pesquisador irá compartilhar com o professor “(...) uma sustentação teórica para as reflexões conjuntas sobre as ações decorrentes das intervenções e propulsoras de novas compreensões e, conseqüentemente, de novas mediações (PENTEADO, 2010, p. 40)”. Por isso, esse tipo de pesquisa é “realizada durante e como ato docente, pelo profissional responsável por essa docência. Essa atuação visa à vivência de condutas investigativas na prática do ensino, que permitem exercê-lo como um processo criativo do saber docente” (PENTEADO, 2010, p. 36).

A proposta criativa foi, portanto, o desenvolvimento e análise de um jogo pedagógico sobre energia para os anos finais do ensino fundamental. Esse lugar de professor-pesquisador está entre a “pesquisa e produção de conhecimento” e a “aplicação prática”. Se refere ao professor que reflete sobre o seu fazer. Esses aspectos vêm ao encontro às duas ênfases presentes no mestrado profissional: a intervenção investigativa no próprio contexto educacional e o desenvolvimento de processos e produtos (OLIVEIRA; ZAIDAN, 2018).

O produto deste estudo é o jogo pedagógico Energizando (APÊNDICE B, C e D) que se utiliza do formato de jogo RPG (*Role Play Game*) para abordar a temática energia. No desenvolvimento do jogo, criamos um roteiro, que deve propiciar aos jogadores percorrerem dimensões territoriais familiares, tais como a escola, o parque de diversões e a siderúrgica da cidade, o que se justifica pela intenção de aproximar os assuntos abordados das vivências dos educandos. São ambientes que destacam o tema energia em uma atividade, na qual são mobilizados saberes populares, cotidianos, tecnocientíficos e históricos necessários para a compreensão do tema de maneira mais ampla (CREPALDI; AGUIAR JUNIOR, 2013).

Os jogadores são identificados como seres de uma dimensão paralela, os fotoexploradores que chegaram à Terra por meio de seus veículos denominados “Fotomóveis”, que são ondas eletromagnéticas. Cada equipe tem a missão de compreender a relação entre energia e matéria no planeta. Para isso, contam com o auxílio de seus dispositivos eletromagnéticos capazes de os transformar: eles podem assumir a forma humana ou diminuir ao tamanho de um átomo. Os dispositivos, também, auxiliam na comunicação da equipe e com

a inteligência artificial responsável por enviá-los na missão. Durante os acontecimentos da história do RPG, os fotoexploradores dialogam com pessoas em seus trabalhos, tais como: a bibliotecária, o maquinista, o palhaço, a diretora, o professor e o zelador. Eles, também, se comunicam com animais e seres diferentes, como o mister fuligem e o boneco de sucata. À medida que cumprem as etapas, os fotoexploradores recebem moedas energéticas, que funcionarão como combustível para, ao final da missão, levá-los de volta às suas dimensões.

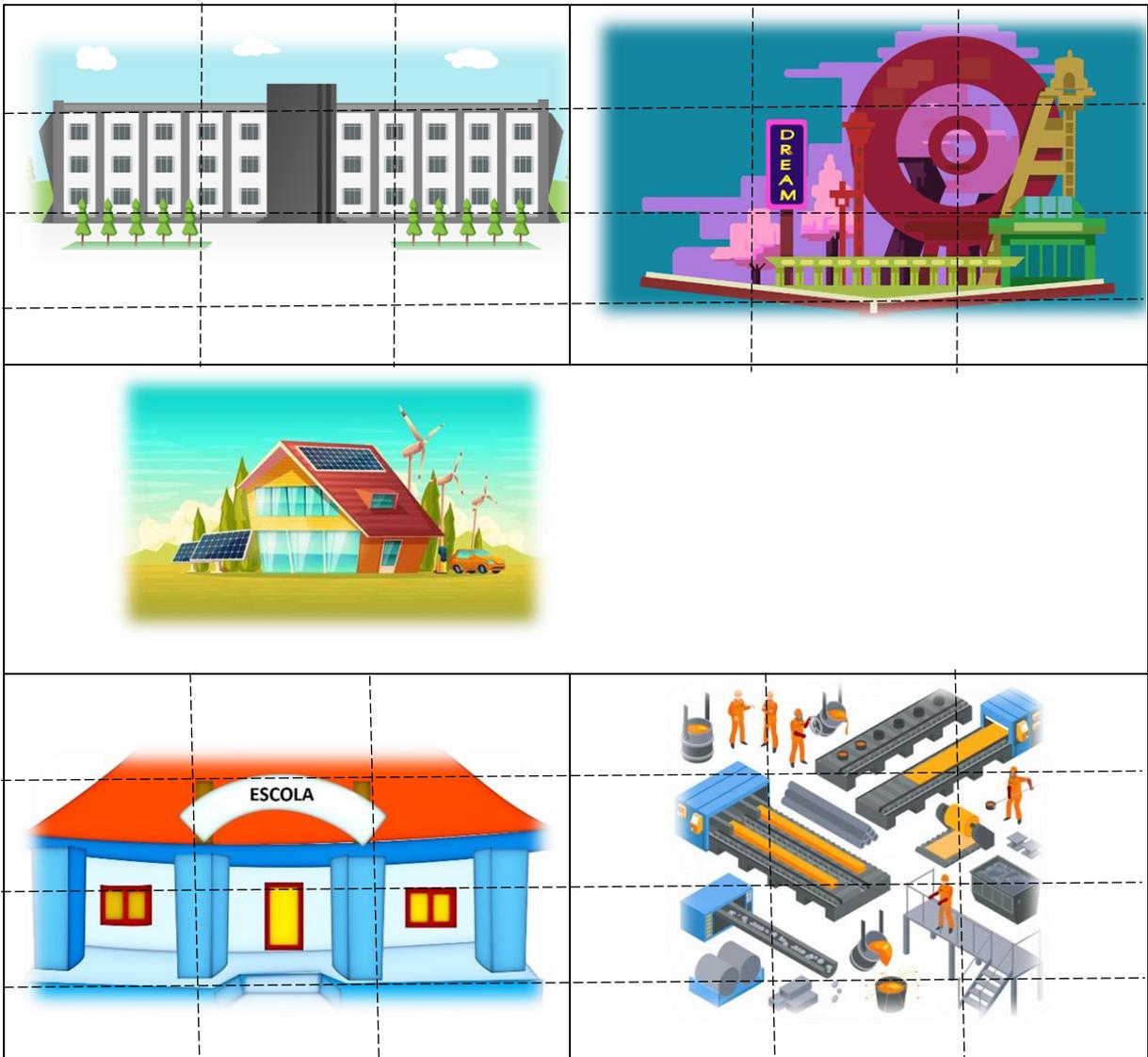
O processo de elaboração do roteiro, por propor um conhecimento aplicado à uma história, exigiu a utilização de uma diversidade de fontes, tais como: sites de curiosidades, vídeos informativos, jogos, livros de física conceitual, livros didáticos, revistas virtuais de divulgação científica e etc. Algumas dúvidas que surgiram ao longo do processo foram esclarecidas por professores de física, colegas do mestrado.

Os ambientes em que eu mais convivi e tinha conhecimentos foram os primeiros a serem desenvolvidos, tais como a universidade e a escola. O parque de diversões e a siderúrgica foram os últimos. Isso demonstra que o processo criativo, ao menos para mim, não foi rápido e recebeu influências diretas de minhas memórias e vivências. Bruno Latour (2011), em seu livro “Ciência em ação”, cita vários exemplos do fazer científico em que o “o contexto e o conteúdo se confundem”.

Partindo agora para uma descrição da estrutura física material, o jogo “Energizando” é composto por um tabuleiro com imagens em escala de cinza (APÊNDICE B), cartas coloridas do território (APÊNDICE C) e um dado. O tabuleiro é formado por imagens cinzas de quatro territórios de uma cidade: a universidade, a escola, o parque de diversões e a siderúrgica. Esses territórios são divididos em 12 seções com linhas e números, nas quais são depositadas cartas, que são réplicas coloridas dos quadrantes, os quais formam os territórios (Figura 3).

No total, são 48 cartas numeradas, correspondente ao texto no livro de cartas, no qual está a narrativa com informações sobre energia, processos de transferência de energia ou aplicações tecnológicas. Em alguns momentos, as instruções do jogo orientam os jogadores, que utilizem o dado com o intuito de dinamizar e trazer aleatoriedade para as partidas.

Figura 3: Ilustração inicial dos territórios do jogo energizando.



Fonte: imagens disponíveis na internet e elaboração de tabela pela autora no Microsoft Word.

Os jogadores devem ser divididos em quatro equipes, que participam de forma independente. No primeiro momento, é essencial a escolha de um mestre da equipe para realizar a leitura do livro de cartas (APÊNDICE D). Eles começarão pela carta de menor valor. Entretanto, dependendo da escolha realizada pelos alunos, a próxima carta, não necessariamente, seguirá a ordem numérica. O jogo foi elaborado com mais percursos com a intenção de torná-lo intrigante ao colocar na equipe o poder de decisão e, portanto, suas consequências. À medida que a equipe lê o livro de cartas, avança nos territórios ao colocá-las por cima do tabuleiro. Nesse sentido, o ranque de ganhadores vai se formando do primeiro grupo que conseguir completar o território até o último a cumprir esse feito. Ao longo do jogo, dependendo da escolha feita pela equipe, a carta irá indicar a mudança de território para outra equipe, que iniciará ou continuará o jogo. Um integrante de cada equipe registra a numeração

percorrida por eles durante a jornada. A última carta a ser utilizada por todas as equipes será a do painel fotovoltaico conduzindo eletricidade até a lâmpada das ideias.

Portanto, o RPG “Energizando” traz elementos que se aproximam e outros que se diferem dos RPG tradicionais. Algumas das aproximações se referem à proposição de uma história narrada com suas ambientações, à escolha de um mestre por grupo e, também, à proposição de caminhos diversos para o desenrolar da história. Entretanto, diferencia-se ao elaborar caminhos diversos, porém preestabelecidos. É importante destacar que o Currículo Referência de Minas Gerais foi acessado como uma orientação durante a elaboração da narrativa do jogo.

Ao final, após as alterações necessárias, o jogo pedagógico será impresso e deixado na escola em que ministrou aulas (APÊNDICE D) e também no ProMestre. Além disso, o material será disponibilizado em formato digital permitindo seu uso futuro por outros educadores ou interessados na área.

5.4 A teoria Ator-rede e a análise de similitude para a discussão dos resultados

Latour em seu livro “Reagregando o social” questiona a existência no meio científico de uma crítica dialética, que acontece porque, ao revisar alguns estudos, hora os cientistas criticam que as análises precisariam se vincular mais à elementos globais, enquanto que em outras situações a discussão deveria ter considerado mais os aspectos locais. Para fugir desses caminhos, dos aspectos locais para globais e vice-versa, Latour propõe o desafio de se encontrar uma “terceira dimensão” e sugere para isso que o pesquisador siga as ações dos actantes e também as conexões/ conectivos do ator-rede (LATOUR, 2012).

Nesse sentido o foco está na ação dos actantes, cito como exemplo, um artigo sobre a materialidade da cognição, escrito por Coutinho et al. (2014), no qual, eles (as) utilizaram, entre outras referências, dois conceitos nucleares da teoria ator-rede, o de participação e performatividade, para discutir e propor uma reapreciação do que conta como cognição. Considerando que a “participação” se refere à como os actantes atuam e a “performatividade” questiona sobre o que se realiza, por meio, dessas conexões entre determinado arranjo de actantes (LATOUR, 2012). O pesquisador, ao ter por base esses conceitos, provavelmente conseguirá analisar o que realmente emergiu do seu objeto de estudo.

A tarefa árdua do pesquisador é acompanhar as interferências partindo inicialmente de uma descrição detalhada do processo. Por isso, seguiremos inicialmente os rastros deixados

pelos actantes do primeiro ano de formação no ProMestre. Para a análise foram utilizadas as anotações realizadas durante as aulas de seminário I e II, nas quais, apresentei o projeto e também anotações referentes às alterações solicitadas pelo orientador.

A nossa análise dos actantes mobilizados no texto criado para o RPG foi realizada por meio do software Iramuteq. Camargo e Justo (2013, p 517) ao escreverem um artigo apresentando este programa chegaram à seguinte conclusão:

Considera-se que IRAMUTEQ pode trazer importantes contribuições aos estudos que envolvam dados textuais. O processamento de dados permitido pelo software viabiliza o aprimoramento das análises, inclusive em grandes volumes de texto. Pode-se utilizar das análises lexicais, sem que se perca o contexto em que a palavra aparece, tornando possível integrar níveis quantitativos e qualitativos na análise, trazendo maior objetividade e avanços às interpretações dos dados de texto.

Esse programa propiciou um exame mais consistente e mais abrangente do texto que constitui a história do RPG. Dentre o rol de possibilidades oferecidas pelo programa, decidiu-se pela “análise de similitude”, pois favorece representar as associações presentes em uma rede heterogênea de humanos e não humanos, que são mobilizados no texto do jogo “Energizando”.

O objetivo dessa análise de similitude, segundo (MARCHAND; RATINUAD, 2012, p. 688) “é estudar a proximidade e as relações entre os elementos de um todo, na forma de árvores máximas: o número de ligação entre dois itens em evolução”. A geração dessas árvores permitirá observações sobre a conexidade entre as palavras e assim uma descrição da estrutura do corpus textual. Entretanto, é importante destacar que, dependendo da atitude do pesquisador, as árvores geradas pelo programa poderão funcionar, tanto como geradoras de discussão, quanto limitadoras dessas (CAMARGO; JUSTO, 2013). Pretende-se com ela não se restringir a análise, mas evidenciar e assim se concentrar nos conectores.

Para tanto, os textos das cartas foram tratados para gerar um *corpus* textual adequado ao *software*. Esse tratamento envolveu a inserção de linhas de comando antes de cada carta além da retirada ou modificação de alguns caracteres e palavras. Outro aspecto importante foi o critério de considerar apenas as palavras que se repetissem mais de cinco vezes, delimitação feita com o intuito de melhorar a visualização final da árvore.

As árvores de similitude geraram diagramas, que se constituíram em instrumentos para que pudéssemos seguir os actantes, identificando-os e constatando as suas interações. Esses diagramas nos oferecem subsídios para nos dedicarmos ao trabalho de descrição das redes sociotécnicas informando sobre “quem”, “o que” e “como atua” por meio de um texto narrativo (LATOUR, 2012); um texto que nos propicia produzir teorias sobre a realidade e o

conhecimento em um estudo sobre um material pedagógico e poderá contribuir para futuros processos de aprendizagem (SØRENSEN, 2010).

Na próxima sessão nós faremos uma descrição das redes, por meio, de um rastreamento dos atores que performaram desde a ideia inicial do jogo até o presente momento, pois, conforme a teoria ator-rede, o produto final não pode encobrir a rede que o produziu. A análise dos resultados acontecerá em duas etapas, sendo a primeira delas relativa à rede sociotécnica mobilizada pelos pares do mestrado e a segunda relativa à rede sociotécnica presente no roteiro do jogo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Rede sociotécnica mobilizada pelos materiais, atividades e pares do Promestre

A ideia inicial do jogo teve por base minhas leituras e experiências prévias à aprovação no mestrado profissional em educação, entretanto, ao longo das disciplinas e dos encontros com o meu orientador aconteceram muitas modificações. Na ideia inicial do jogo já estava presente a intenção de se trabalhar com a temática energia com enfoque na conservação e transformações energéticas. As reflexões relativas ao pensar em sistema, eventos e processos em relação à temática energia também estava presente. A formatação do jogo ainda não estava bem definida, entretanto, existia a pretensão de se criar seis ambientes para esse jogo, seriam eles: universidade, horta de uma escola, parque de diversões, indústria têxtil ou siderúrgica, lagoa da cidade e a lâmpada das ideias. As modificações nessa ideia inicial do jogo começaram a acontecer já na primeira conversa com o orientador.

Nós decidimos, nessa primeira conversa, pela retirada do ambiente “lagoa da cidade” e também optamos pela siderúrgica no lugar da indústria têxtil. Entendemos também que a “lâmpada das ideias” seria apenas o local de chegada. Informei ao orientador que em vista da retirada do ambiente “lagoa da cidade” eu iria incluir uma fonte em um dos outros ambientes para conseguir trabalhar melhor a relação entre calor, temperatura e mudança de estados físicos. As sugestões pontuadas pelo orientador sobre a diminuição dos ambientes e também a indicação de estudos anteriores utilizando o formato RPG foram pontos de passagem (LATOURE, 2000) importantes, pois causaram algumas modificações na ideia inicial do jogo. Emerge também desse momento o processo de translação de interesses (ALLAIN, 2015) que aconteceu devido à agência do orientador, após essas discussões iniciais, outros encontros importantes ocorreram durante as disciplinas do ProMestre.

A necessidade de organizar uma apresentação sobre o jogo para a disciplina de Seminário I teve sua atuação relativa à escolha de um nome para o jogo, enquanto que, a elaboração do material “slides” gerou a necessidade de se pensar num esquema ilustrativo para explicar a dinâmica do jogo. O jogo foi apresentado com o nome “De carona com um fóton” e a estrutura do jogo, nesse ponto do processo, era composta pela ideia de um tabuleiro, cartas coloridas do território, um dado e um modelo de dobradura que representaria um fóton móvel.

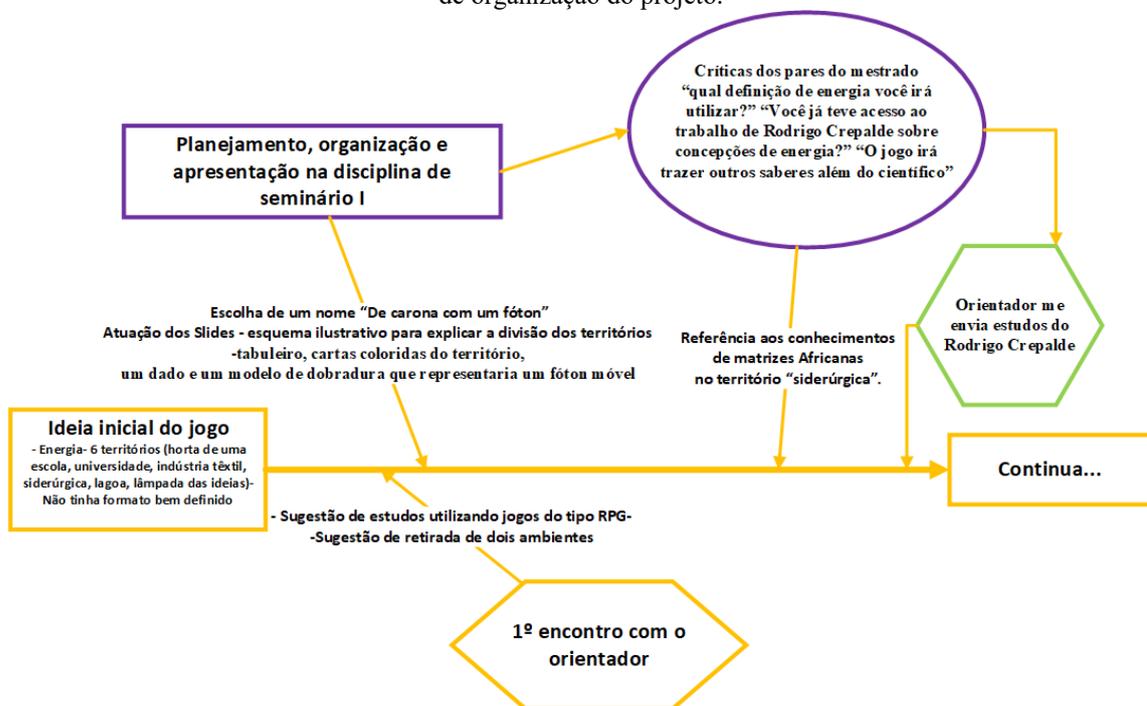
Figura 4- Quadro ilustrativo da dinâmica do jogo apresentado na disciplina de seminário I.

SOL	
UNIVERSIDADE	ESCOLA
FINAL COM	CASA PAINEL SOLAR
SIDERÚRGICA	PARQUE DE DIVERSÕES E TRILHA ECOLÓGICA

Fonte: tabela elaborada pela autora no Microsoft Word

Logo após a apresentação os mestrandos da linha de pesquisa “ensino de ciências” e a professora responsável pela disciplina realizaram arguições sobre a investigação. Uma das pessoas presentes foi previamente escolhida para realizar o registro das discussões. As anotações finais foram posteriormente enviadas ao orientador que ponderava e assim considerava algumas críticas como sendo pertinentes enquanto outras não. O fluxograma dos mediadores presentes durante essa primeira etapa está representado na figura 5.

Figura 5: Rede sociotécnica mobilizada junto aos pares, professores e materiais durante os primeiros momentos de organização do projeto.



Fonte: Registros realizados durante as reuniões com o orientador e também nas aulas do ProMestre. Fluxograma elaborado no software Microsoft Visio.

Alguns dos comentários e críticas atuaram como uma composição gerando novas associações, o que propiciou reformulações nas ideias originais. Foram eles: “qual definição de energia você irá utilizar?” “Você já teve acesso ao trabalho de Rodrigo Crepalde sobre concepções de energia?” Essas perguntas sobre a definição de energia geraram inquietação em relação ao aspecto conceitual e o orientador me enviou estudos do Rodrigo Crepalde como aporte teórico para essa discussão (CREPALDE, 2012).

A leitura desse estudo, que apresentou diálogos interculturais envolvidos na conceituação sobre energia, me afetou no sentido da não necessidade de me ater à conceituação para elaboração do jogo, reforçando o caráter polissêmico e processual do que denominamos energia. O estudo também demonstrou a existência de uma contradição entre os conhecimentos trazidos pelos estudantes e o conhecimento científico escolar no que concerne à característica de “conservação” da energia. Para os primeiros “conservação” era sinônimo de “preservar” e “manter”, enquanto que para o conhecimento científico esse termo se refere à essa quantidade abstrata em que o valor permanece constante nas transformações (CREPALDE, 2012). Essa informação também interferiu na elaboração da história do jogo, como é possível perceber pelos seguintes trechos:

Nos despedimos do Marquinho e quando estávamos saindo da sala o mestre nos pergunta, apontando para um dos ventiladores em funcionamento: quais transformações energéticas estão acontecendo neste aparelho? (...) Vamos seguir a jornada para vocês compreenderem que lei da conservação não é o mesmo que economia de energia. Por isso, sigam para a carta de número 10. (...) Ele explica que apesar das lâmpadas incandescentes terem uma potência maior elas são antigas e tem um tempo de vida útil pequeno. Além disso, elas consomem mais energia e se esquentam mais. Um de vocês pergunta se a energia se perde em forma de calor. O rapaz responde: Na verdade se somarmos a energia luminosa e a térmica ela será igual à quantidade de energia elétrica que chegou na lâmpada. Por isso, não acho que “perda” seja a palavra correta, melhor seria transformação ineficiente.

O questionamento “O jogo irá trazer outros saberes além do científico?” pontuado por uma colega mestranda também me afetou e em um segundo momento, após assistir à uma apresentação de outra mestranda sobre os conhecimentos de matrizes africanas eu optei por inseri-los em uma parte da história. Como demonstra o seguinte trecho da narrativa do jogo:

Seu Wilson continua: “A mineração acontecia a céu aberto nos rios. Meu bisavô veio da África e falava que o nosso povo é quem ensinou de verdade como se deveria fazer uma boa mineração. Ele dizia que muitos instrumentos foram eles, pessoas escravizadas, que trouxeram como por exemplo a tão utilizada bateia.” O mestre pergunta: “Me desculpe a ignorância, mas por que esses homens eram chamados de escravos?”. Seu Wilson fica emocionado ao pensar no sofrimento do seu bisavô e em seguida fala: “me desculpem, mas não pude me conter. A escravidão existiu, e em alguns lugares ainda permanece, porque alguns seres humanos se consideraram superiores a outros a ponto de oprimirem e violentarem outras pessoas caso não façam a sua vontade. Trabalho forçado mesmo. É atormentador pensar na história violenta desse país, mas eu acho essa nossa conversa importante. As pessoas não estão

escutando muito os mais velhos. Não podemos permitir que a história se apague. Isso só reforçaria preconceitos e opressões presentes até hoje no povo brasileiro.

A pergunta “você viu que o museu da UFMG está com uma exposição sobre energia?” fez com que eu me organizasse e na semana seguinte visitasse a exposição “Energia em movimento” organizada pelo Espaço do Conhecimento da UFMG. Essa visita reforçou ainda mais o caráter polissêmico do conceito de energia, pois, apresentava a fala de profissionais de diversas áreas como arquitetura, matemática, artes cênicas e etc. relacionando seu trabalho à energia e movimento. A exposição era bem dinâmica porque em muitos momentos relacionava energia aos movimentos, além disso havia muitos esquemas cíclicos e alguns alternando entre o espaço físico e o virtual com telas interativas. Não consegui relacionar diretamente a exposição ao texto do jogo, entretanto, percebo que a visita me afetou mais no sentido de reforçar minha vontade de levar os estudantes para conhecer o espaço do conhecimento, alguns meses depois essa visita com os estudantes aconteceu.

A apresentação do projeto em uma aula da disciplina de “Seminário II” também foi outro elemento importante dessa rede de elaboração do jogo. A crítica da professora responsável pela disciplina direcionada à utilização inadequada da palavra mediador, no objetivo principal do projeto, sem coerência com o uso desse termo na teoria ator-rede, me afetou no sentido de procurar uma maior apropriação do referencial teórico do projeto. Pesquisando quais seriam os livros escritos pelo próprio Latour (2011 e 2012) para me apropriar melhor dos aspectos ontológicos da teoria. Posteriormente, eu comentei com um colega que pretendia adquirir os livros “Reagregando o social” e “Ciência em ação”, esse disse que tinha esse material e que iria me emprestar. Eu também pesquisei mais artigos com essa base teórica, por meio, da plataforma da CAPES.

Ainda nesse encontro da disciplina de seminário II uma nova associação foi o pedido de um colega, que pesquisa sobre a formação de professores, para que eu refletisse sobre o nome do jogo (De carona com um fóton), porque um professor do ensino fundamental poderia não optar pelo uso do jogo somente por achar a questão do “fóton” complexa. Ele sugeriu que eu pensasse em um nome apenas com “energia”. Meu orientador também concordou e, em um segundo momento, decidi por realizar um quiz em uma rede social perguntando sobre quatro opções de possíveis nomes para o jogo: na rota da energia, energizando, corrida energética e circuito energético. A opção mais votada foi “Energizando”. Esse comentário sobre o nome do jogo foi um ator importante da rede, pois gerou mudanças relativas à minimização de prováveis preconceitos por parte dos educadores que julgassem o jogo como complexo apenas por seu

A sugestão, por parte do orientador, para que eu redigisse um texto esboçando a ideia de cada ambiente e também explicando sobre a dinâmica do jogo se mostrou como um agenciamento importante para a rede. Foi nessa organização que decidi por colocar cartas coloridas com o texto no verso e pela elaboração de um tabuleiro preto e branco quadriculado e numerado conforme as imagens. Na medida em que o jogo fosse prosseguindo as equipes colocariam as cartas coloridas sobre o seu território, ganharia a primeira equipe que conseguisse completar seu território.

Após a leitura do jogo por parte do *design* uma de suas sugestões se caracterizou como uma nova associação a que se referia à utilização do dado entre a leitura de cada carta, pois, caso dependa apenas das escolhas feitas pelo grupo e das “cartas com azar” o RPG poderá perder dinamismo ficando muito tempo coordenado por apenas uma equipe. Essa ideia, ao me afetar, tornou-se um provável actante com potencial para atuar na elaboração das regras do jogo. Futuramente isso não se refletiu na inserção do uso do dado após a leitura de cada carta, mas na regra que possibilitava a pausa da leitura de uma equipe e automática conquista da oportunidade de sua equipe continuar sua missão caso consiga falar a palavra “energizando” no momento em que o outro ler a palavra “fotomóvel ou fonomóveis” em seu roteiro. Isso com o intuito de trazer mais dinamismo ao jogo e sustentar a possibilidade de vitória até o término do jogo. A confirmação do funcionamento efetivo dessa dinâmica só será possível após a aplicação do jogo.

A submissão do projeto ao comitê de ética e pesquisa da UFMG promoveu uma nova associação relativa ao desenvolvimento estrutural do jogo, pois a planilha de cadastramento exigia informação sobre a quantidade de alunas (os) que estariam envolvidos na pesquisa e também como elas (eles) seriam organizadas(os) em grupos. Se fez necessário definir que para a jogabilidade em uma sala de aula seria proposto quatro duplas por jogo, sendo uma dupla para cada território.

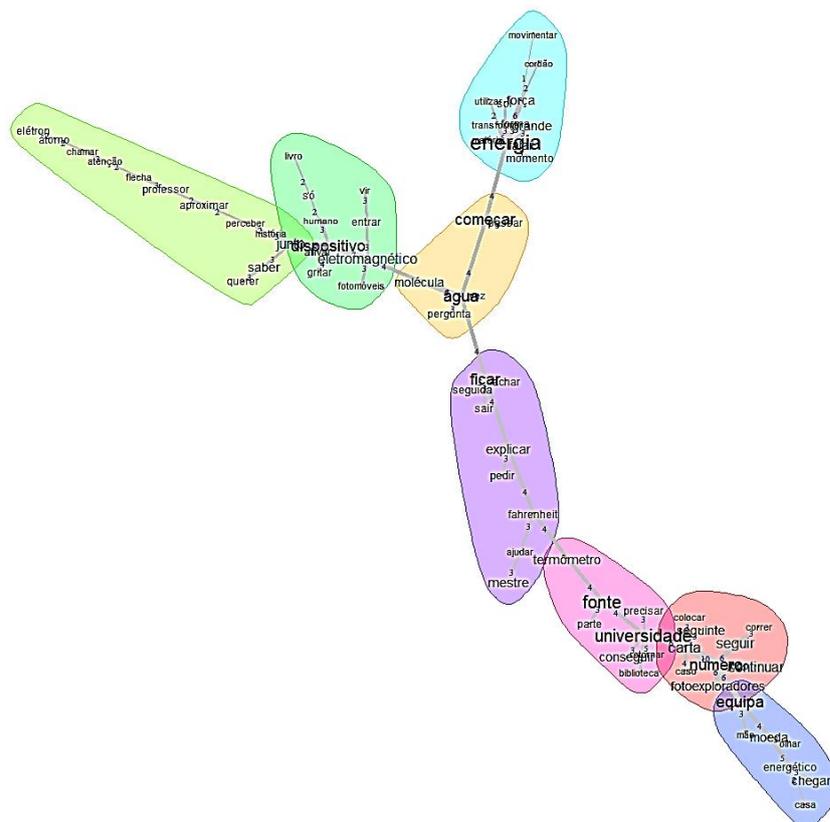
Em síntese, nessa rede sociotécnica mobilizada inicialmente para se pensar sobre o produto jogo, nota-se a atuação de materiais como slides para apresentação e planilhas do COEP, além de mestrandas (os) e professoras (es) do ProMestre. Esses atores promoveram novas associações, por meio, da proposição de momentos para apresentação do projeto, durante o planejamento/estruturação dessas apresentações e das críticas pós-apresentação. Essa quantidade de atores presentes nesse processo de elaboração do jogo foi importante porque “sendo uma rede uma assembleia ou reunião de actantes mantidos juntos e ligados por meio de processos de translação, que juntos performam uma determinada ação, quanto mais aliados e

conexões existirem na rede, mais forte ela se torna” (COUTINHO, et al., 2014, p. 1935). Nos estudos com base na teoria ator-rede emergem também as questões de interesse e neste caso essas foram observadas por meio da atuação do orientador com sugestões de leituras e definições de comentários pertinentes ou não ao projeto.

6.2 Caracterização da rede sociotécnica presente no texto do jogo energizando

A nossa análise começou pelo texto do roteiro desenvolvido para o território da universidade. A árvore de similitude do território universidade é apresentada na Figura 7. Neste, destaca-se um pouco da história do pensamento científico, em relação ao conceito de energia, principalmente quando os fotoexploradores passam pela biblioteca. Outra inserção da história da ciência se dá, também, por meio de uma conversa com Gabriel Fahrenheit. Trazendo esse diálogo com a história, o roteiro translada actantes de outros tempos para compor o ator-rede que se formará no momento do jogo.

Figura 7 – Árvore máxima de similitude do corpus textual da universidade com configurações.



Fonte: análise do corpus textual utilizando o software Iramuteq.

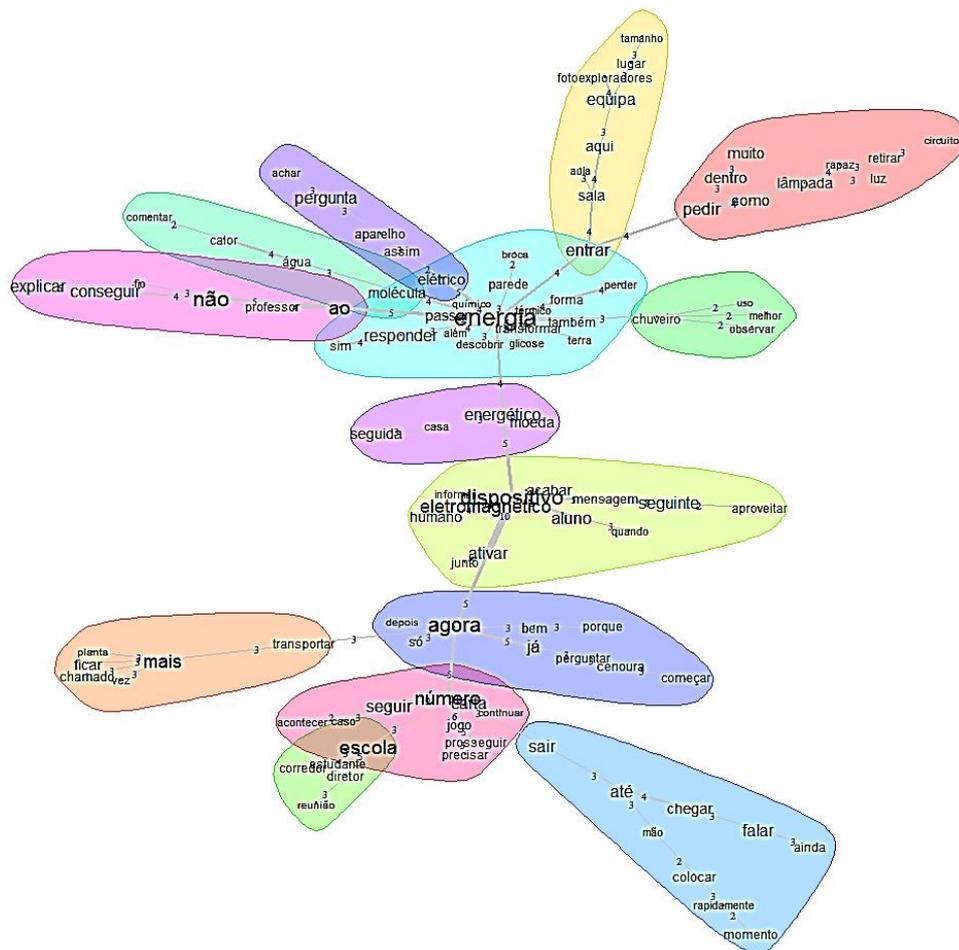
No pátio da universidade, há uma fonte. Ao se observarem a umidade do ar e o termômetro ao lado da fonte, discute-se a relação entre energia e as transformações dos estados físicos da matéria, demonstrando, ainda, a diferença entre os conceitos de temperatura e calor.

As transformações energéticas, ainda, são abordadas no roteiro quando se narra um evento de uma aula prática com arco e flecha. Os conhecimentos relativos às fontes de “geração” de energia elétrica estão presentes durante uma palestra que acontece no auditório.

Pela árvore de similitude é possível perceber a centralidade dos actantes energia, água, fonte, dispositivo eletromagnético, ficar, universidade, começar e número. Esses actantes centrais podem ser identificados como aqueles com potencial para serem considerados mediadores, ou seja, entidades capazes de deixar rastros, dar sentido à ação e gerar a diferença ou algo novo (LATOUR, 2012). O nicho da palavra “energia” demonstra uma ligação desta com verbos que denotam movimento e mudança (movimentar, transformar e utilizar), confirmando a presença da ideia de energia vinculada a processos contínuos, algo desejado para uma compreensão do conceito em uma ontologia de equilibração (FERRARI; CHI, 1998).

A árvore de similitude do território escola apresenta um eixo central, que conecta a história passando pelos actantes: energia – energético – dispositivo eletromagnético – agora – número – escola (Figura 8).

Figura 8 – Árvore máxima de similitude do corpus textual da escola com configurações.



Fonte: análise do corpus textual utilizando o software Iramuteq.

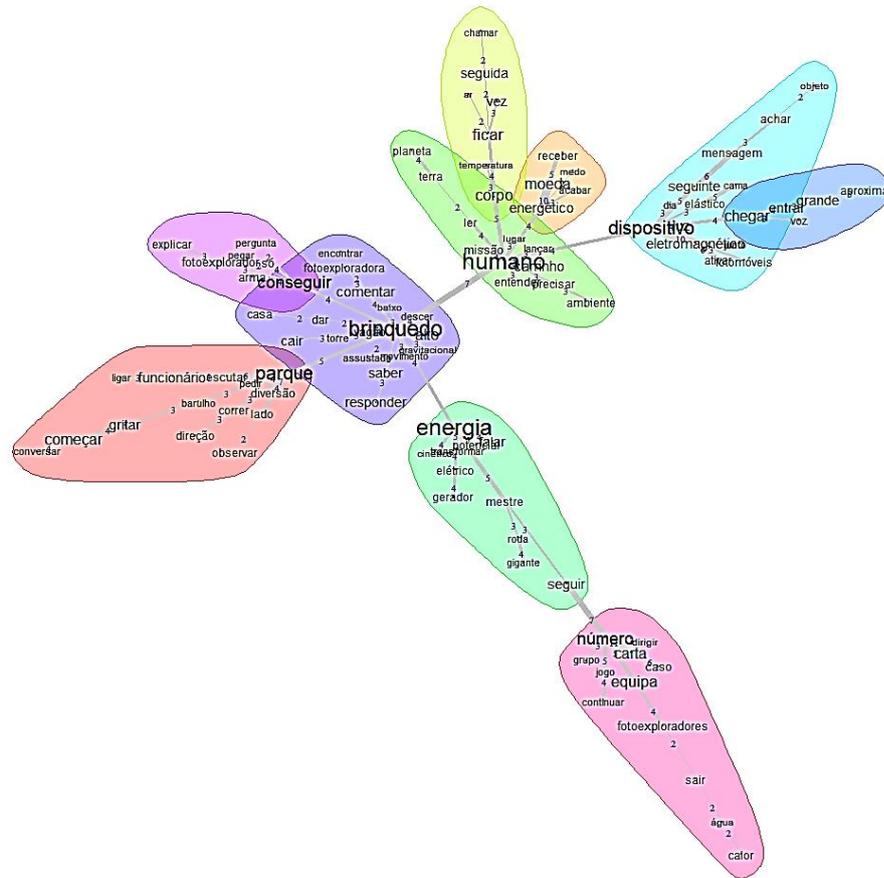
No roteiro da escola, o conceito de energia aparece vinculado ao processo de fotossíntese e respiração, com ênfase na energia química das ligações entre os átomos e, também, nas transformações energéticas. Destaca-se a abordagem dos aspectos relativos à energia elétrica, tais como: materiais isolantes e condutores, circuitos elétricos, funcionamento de aparelhos elétricos da escola, economia de energia e risco de choque elétrico. Nessa jornada pela escola, os fotoexploradores passam, dentre outros lugares, por dentro de plantas e do corpo humano; nas dimensões humanas, presenciam aulas práticas, trocas de lâmpadas e reunião de pais, e conseguem até conversar com um ventilador.

Observa-se, em sua especificidade, que na árvore de similitude a palavra “energia”, apesar de novamente aparecer ligada a alguns verbos, apresenta nesse território uma relação maior com a matéria por meio da ligação forte com palavras como: “químico”, “molécula”, “térmico”, “glicose”, “parede” e “chuveiro”. Essas associações se relacionam à arregimentação de elementos, que, comumente, são utilizados para se trabalhar o conceito de energia de modo mais escolarizado com ênfase em situações e exemplos canônicos das aulas de Ciências (CREPALDI; AGUIAR JUNIOR, 2013).

Entre os conhecimentos mobilizados por meio do território “parque de diversões”, destacam-se: as transformações de energia potencial gravitacional em energia cinética, o atrito e a transformação de energia mecânica em térmica, os diferentes mecanismos de controle de temperatura apresentados pelos seres vivos, a relação entre energia química e cadeia alimentar, a quantificação da energia potencial, a interação entre calor e a modificação estrutural da matéria, o desperdício de energia com iluminação pública inadequada e o funcionamento de um gerador elétrico.

O eixo central da história do “parque de diversões” se estruturou em torno dos seguintes actantes: número – energia – brinquedo – parque – humano – dispositivo (Figura 9). Para o nicho do actante central “brinquedo” há uma possível explicação para o fato de a palavra “brinquedo” estar ligada à palavra “gravitacional” e, em seguida, às palavras “energia” e “potencial”. Isso decorre do aproveitamento da altura de determinados brinquedos para inclusão da discussão sobre energia potencial gravitacional. Outro aspecto que chama a atenção nessa árvore de similitude é a presença, em quase todos os nichos, de uma quantidade maior de verbos em comparação, por exemplo, com o território escola, demonstrando o alcance de um maior dinamismo nesse roteiro, com mais momentos de ações imagéticas, tais como: chegar, aproximar, achar, chamar, lançar, cair, correr e gritar.

Figura 9 – Árvore máxima de similitude do corpus textual do parque de diversões com configurações.



Fonte: análise do corpus textual utilizando o software Iramuteq.

O roteiro do território “parque de diversões” translada as ideias de espaço e ações de um ambiente físico, já construído dentro de um universo separado e específico do jogo (CAILLOIS, 2017), para a história deste RPG, pode-se afirmar, portanto, a existência quase que de um jogo dentro de outro. Desse modo, identificamos um território com um bom potencial para favorecer uma imersão mais contextualizada sobre energia por meio da criação de oportunidades de aprendizagem, que extrapolam uma visão limitada dos conceitos e processos mobilizada em aulas e livros de Ciências (CAVALCANTI, 2018). Entretanto, podemos intuir que nessa parte do jogo existe a possibilidade dos estudantes se empolgarem em decorrência da vertigem, mesmo que imaginária deste território, e não se atentarem para os conhecimentos científicos apresentados ao longo da história.

Em um relato de experiência envolvendo o ensino de física, por meio de uma atividade investigativa em um parque de diversões, Moreira (2007, p. 29), ao analisar a atividade e também as fichas e formulários preenchidos pelos estudantes participantes, chegou à seguinte constatação:

A atividade melhorou o relacionamento entre os alunos e aumentou em muito a afinidade destes com a disciplina Física e com o professor, que passou a ser visto como um colega com quem poderia questionar coisas simples e corriqueiras que, naquele momento, faziam parte do trabalho. Em várias situações o professor se encontrava ao lado dos alunos, junto aos brinquedos, divertindo-se e aprendendo com eles. Este estudo nos permite inferir que os alunos, em determinadas situações, demonstram uma postura questionadora, que não é comum nas aulas tradicionais.

Ainda sobre a presença desse espaço não-formal no ensino de física Chagas (2018) elaborou como produto de sua pesquisa de mestrado uma revista esquemática e ilustrativa denominada “Ensino de mecânica no parque de diversões - Nicolândia”. Ao utilizar este material e também levar os estudantes do ensino médio ao parque de diversões, ele constatou: uma desmistificação dos conteúdos de Física, uma vinculação maior das falas dos estudantes com os organogramas conceituais trabalhados previamente em sala e um aguçamento de como no dia-a-dia a mecânica se aplica à construção e uso de equipamentos de diversão.

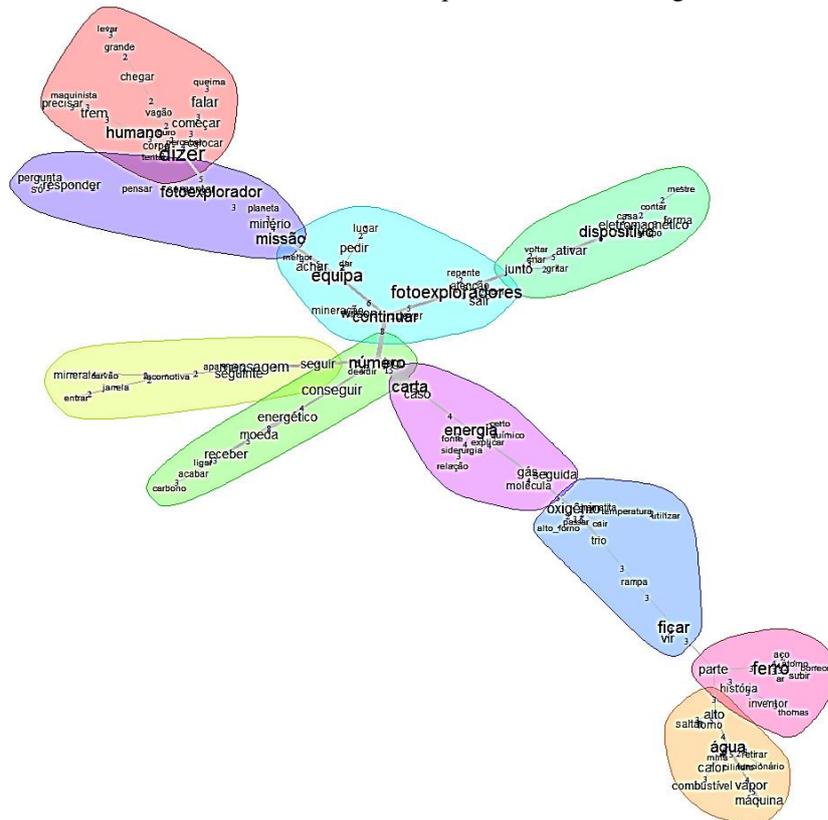
Partindo agora para a aventura proposta para o território siderúrgica, nela os fotoexploradores seguem em vagões de um trem, em que se encontram com um maquinista negro, que conversa um pouco sobre a importância dos conhecimentos técnicos trazidos por seus ancestrais no processo de exploração do ouro. O personagem, também, introduz o assunto sobre a diferença entre as máquinas a vapor e as locomotivas modernas. No encontro dos fotoexploradores com os inventores Thomas Savery, Thomas Newcomen, James Watson e Richard Thevithck, os conhecimentos relativos à evolução das máquinas a vapor e dos motores se fazem presentes, mobilizando, também, os aspectos sobre “conversão contínua de calor em trabalho” e “ciclos entre fontes quentes e frias”. O trem chega a uma siderúrgica e os fotoexploradores agora se encontram na companhia de moléculas de oxigênio e do mineral chamado hematita. Os jogadores têm a oportunidade de, ao passarem para dimensões atômicas, ativando seus dispositivos eletromagnéticos, vivenciarem imgeticamente todo o processo de fundição do minério. Em síntese, a história desse território oportuniza a realização de ligações entre energia, conhecimentos da mineração e processos de siderurgia.

O eixo com os actantes centrais do roteiro da siderúrgica é composto pelas palavras: água – ferro – ficar – oxigênio – energia – carta – número – continuar – equipa – missão – fotoexplorador – dizer – humano – fotoexploradores – dispositivo (Figura 10).

No território “siderúrgica”, foi necessário um acesso maior a conhecimentos químicos para a criação dessa parte da história, o que fica demonstrado tanto no nicho de cor lilás, com a palavra “energia” ligada a termos como gás, molécula e químico, quanto no nicho azul, com a palavra “oxigênio” ligada à “temperatura”, “hematita” e “alto-forno”; consequência da vinculação, nessa etapa da história, dos conceitos de energia às reações químicas que acontecem

dentro de um alto-forno. A palavra “ferro” se conecta com “aço” e “boneco”, no nicho rosa, em decorrência da parte da história em que um boneco de sucata, usando o exemplo da composição do seu próprio corpo, aparece para dialogar sobre a diferença entre o ferro e o aço, trazendo à tona, também, a possibilidade de práticas sustentáveis para a diminuição da extração de minérios.

Figura 10 – Árvore máxima de similitude do corpus textual da siderúrgica com configurações.



Fonte: análise do corpus textual utilizando o software Iramuteq.

Os mediadores mobilizados nos possibilitam aventar que, nesse território, abre-se uma oportunidade de aprendizagem de aspectos tecnológicos sem uma dissociação de questões sociais e históricas (SANTOS; MORTIMER, 2002), como a Revolução Industrial, a escravidão e a sustentabilidade. O roteiro, portanto, se articula com aspectos da ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Em uma análise mais pela purificação podemos destacar que a natureza da ciência aparece também em outros territórios da história ao citar, por exemplo, paralelos filosóficos dos conceitos de matéria e energia. A tecnologia se apresenta principalmente no funcionamento de instrumentos como: termômetro, carro, lâmpada, chuveiro, painel solar e maquinários da siderúrgica. As contradições sociais aparecem ao longo do jogo ao se levantar críticas em relação ao aproveitamento energético realizado pela atual sociedade e também sobre a relação consumo, indústria e poluentes do ar (siderúrgicas) (SANTOS, MORTIMER, 2002).

É preciso destacar a dificuldade em se elaborar a história para o território siderúrgica em decorrência do fato de eu nunca ter visitado fisicamente esse espaço e apesar de alguns contatos na tentativa de realizar visitas às siderúrgicas aqui da cidade de Divinópolis as pessoas responsáveis não permitiram que está acontecesse. Outra resistência importante durante a escrita sobre a siderúrgica, mas que também surgiu em outros momentos, foi a dificuldade em encontrar informações sobre origens e funcionalidades de determinados materiais. Esse aspecto confirma a crítica da TAR relativa à ausência de espaço para os objetos nos relatos, os quais, segundo Latour (2012, p.108) “talvez existam no domínio das relações ‘materiais’ e ‘causais’, mas não na esfera ‘reflexiva’ e ‘simbólica’ das relações sociais”. Em decorrência da necessidade de explicação sobre os procedimentos que acontecem em uma siderúrgica o roteiro ficou extenso para esse território e, por isso, podemos intuir que existe o risco de os estudantes perderem o envolvimento com o jogo ao chegarem nesta parte da história.

Por último se gerou uma árvore de similitude envolvendo o roteiro completo com todos os seus quatro territórios, observa-se nessa visão do todo que os actantes centrais da história do jogo energizando são: energia, equipe, número, carta, dispositivo, humano e dizer. A ligação mais forte do termo “energia” foi com a palavra “transformar”. Os demais actantes centrais confirmam que os aspectos do Ludus, proposto para o jogo é o que perpassa e, portanto, une todos os territórios (Figura 11).

Entre as especificidades dessa árvore do texto completo do jogo energizando, destaca-se a ligação do termo “dispositivo eletromagnético” com palavras como “gritar”, “ativar”, “entrar”, “juntos”, “missão” e “mensagem”, isso acontece porque a utilização dessa expressão tem por intento trazer interatividade ao jogo, convidando os integrantes da equipe à participação e chamando a atenção para mudanças na dinâmica do jogo. Em algumas situações após a ativação desse dispositivo, acontecem mudanças de dimensionalidade; portanto, a percepção imagética do ambiente também irá mudar.

A ligação entre o nicho do actante central “número” (nicho vermelho) com as palavras “equipe” e “fotoexploradores” (nicho azul) acontece devido aos momentos de escolhas presentes ao final de cada carta e pretende envolvê-los no processo de decisão em relação à próxima etapa do jogo. Esse nicho vermelho, com palavras como “caso”, “seguir”, “carta” e “continuar”, se refere a esses momentos de decisão coletiva. A criação desse jogo se deparou, portanto, com o desafio de equilibrar as regras do jogo (Ludus) com a liberdade de escolha e criação dos jogadores (Paidia) (CAILLOIS, 2017).

não a diferença entre ferro e aço, se conseguem relacionar a morte de Fahrenheit com o manuseio de um metal tóxico. São alguns exemplos do potencial da história do jogo energizando para identificação de lacunas nos conteúdos de ciências.

Muitas das expectativas se relacionam ao modelo de jogo adotado, o RPG, que, por meio de estratégias discursivas, pode contribuir para que os participantes tenham maior engajamento com a partida (COELHO, 2017). Outra vantagem proporcionada por um RPG pedagógico é que esse recurso propicia mobilizar os conceitos científicos vinculados a situações cotidianas por meio de uma narrativa. A ideia é estabelecer maior proximidade com questões contextuais e, também, com diferentes conhecimentos (CREPALDE; AGUIAR JR., 2013).

Em síntese, parece que, ao produzir esse roteiro, os actantes, que foram mobilizados e dispostos na rede sociotécnica heterogênea do RPG, podem criar oportunidades de uma aprendizagem diferenciada (LATOURE, 2004), compreendendo energia e suas transformações, de forma lúdica e mais articulada, a um mundo altamente tecno-sociocientífico (LATOURE, 2011). Ao buscar uma imersão no modo lúdico (LEMOS, 2015), por meio do RPG Energizando, constituímos um recurso e, quem sabe, um mundo, que pode contribuir para performar uma cadeia de significação (GOULART; COUTINHO; PEREIRA, 2019).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição e análise das redes sociotécnicas mobilizadas durante a criação do jogo aconteceu por meio do rastreamento dos mediadores, ou seja, aqueles pontos da rede em que o contato entre os actantes gerou algum tipo de translação. Essas translações aconteceram, principalmente, durante o processo de apresentação do projeto nas aulas do mestrado, nas leituras e nas conversas com o orientador. A criação do roteiro do jogo teve como “filtro/guia” as orientações do currículo referência de Minas Gerais mas, para alcançar a proposta de se abordar as transformações energéticas tendo por base ontológica a equilíbrio, se fez necessário a arregimentação de uma diversidade de materiais e também minhas memórias relativas às características dos ambientes escolhidos para o jogo. Durante a criação do jogo pairava ainda o desafio da similaridade com o formato RPG e a conciliação entre aspectos da jogabilidade relativa ao *Ludus* e à *Paidia*. Tudo isso para no fim se alcançar o objetivo principal que foi a criação e análise do jogo energizando.

A metodologia escolhida para análise do roteiro do jogo, com a opção pela utilização do software Iramuteq para geração das árvores de similitude, permitiu uma discussão pela via prioritária da tradução e não da purificação. Ela possibilitou a apresentação do conteúdo de um material pedagógico relativamente extenso e minimizou uma possível discussão com base apenas nas ênfases escolhidas por nós pesquisadores. Seu potencial, portanto, está na conciliação entre uma análise textual e a sociologia das associações proposta por Latour.

O rastreamento das associações entre os diversos actantes que compõem a rede sociotécnica do roteiro do jogo Energizando foi possível por meio dessa opção pela “análise de similitude”. Uma metodologia, também, condizente com os pressupostos da TAR de não se definir antecipadamente quem e o que está agindo, mas sim de perscrutar em trabalho cuidadoso em busca de identificar e explicar as associações entre os actantes. Temos, portanto, uma avaliação de um recurso educacional híbrido, um coletivo que nos parece ter potencial de mobilizar uma rede heterogênea e dinâmica de actantes em uma prática sociomaterial de ensino e aprendizagem sobre o tema energia.

Após a leitura do roteiro e análise das árvores, não se consegue delimitar um início e fim para a compreensão sobre energia dentro do jogo, essa aparece como um actante central em todas as redes, sendo que em muitas delas está ligada tanto à matéria (fonte, molécula, água, glicose, etc.), quanto ao verbo “transformar”. Além disso, ao longo da história os acontecimentos envolvendo energia ocorrem simultaneamente e constantemente. Emergiu

dessa análise a constatação de que o conceito de “energia” esteve presente ao longo da história contada no RPG como um processo de equilibração conforme abordagem ontológica escolhida inicialmente.

Também, foi possível analisar que, na rede do “parque de diversões”, os conceitos foram arregimentados de uma maneira mais integral e dinâmica. Isso provavelmente aconteceu em decorrência dos aspectos lúdicos intrínsecos à existência desse território, bem como pelo aproveitamento da altura dos brinquedos e também mecânica para discussão dos conceitos. Assim, destacamos e confirmamos, por meio também da citação de outros estudos envolvendo o ensino de física nesse ambiente, o potencial desse território, seja imagético ou real, para o ensino dessa temática.

As ligações da rede do “território escola” revelaram que, para a criação dessa parte da história, foram acessados exemplos canônicos do ensino de Ciências, tais como, a comparação entre circuito em série e em paralelo, o funcionamento de aparelhos como: chuveiro elétrico, lâmpadas e ventiladores. Outro aspecto relativo ao contexto desse território foi o empenho em se vincular as transformações energéticas presentes na fotossíntese das plantas da horta, com a alimentação durante o lanche e a respiração das células do corpo humano. O cotidiano dos(as) estudantes e professores(as) esteve, portanto, presente na abordagem sobre energia para essa parte da história.

Enquanto na escola o enfoque esteve nas aplicações dos conhecimentos, no território siderúrgica o conhecimento se vinculou mais ao social, ao apresentar, por exemplo, o diálogo dos inventores relativo ao contexto de poluição da época da criação das máquinas a vapor. Destaca-se também a ligação histórica entre a mineração do Brasil e os conhecimentos e saberes trazidos pelos homens e mulheres aqui escravizados. Isso fica nítido também no elo entre a mineração e a degradação ambiental, bem como ao fazer referência às condições de trabalho nas siderúrgicas. Como a rede sociotécnica desse território mobilizou as transformações energéticas presentes nas tecnologias sem dissociá-las de questões socioambientais e históricas é possível concluir, com base nessas e em outras ênfases presentes nos demais territórios, que das correntes CTSA na educação o jogo contemplou duas abordagens: a “histórica” e a “sociocultural”.

Em suma, o jogo “Energizando” apresenta potencial para ser um recurso mobilizador de ações para a aprendizagem mais ampla do tema Energia. Seu formato narrativo traz a possibilidade de os estudantes, ao lerem falas de personagens diversos, vivenciarem, pela imaginação, diferentes situações envolvendo energia e suas transformações.

Em um futuro breve e sem pandemia, esperamos que a aplicação e análise do jogo em uma situação de ensino em aulas de Ciências possa ajudar a trazer mais subsídios para se entenderem os potenciais e limitações desse material quando em conexão com outros objetos e entidades humanas. Permanece, portanto, a seguinte pergunta para futuras pesquisas: como o jogo energizando possibilitará o modo híbrido de existência do lúdico (ficção, metamorfose e técnica)?

A leitura deste estudo pelos membros da banca de qualificação e também de defesa trouxe como principais mediadores: a sugestão do livro “Os jogos e os homens – a máscara e a vertigem”, a mudança do título e da sequência dos tópicos da fundamentação teórica e também alguns questionamentos relativos tanto, ao uso do termo “processo de equilíbrio”, quanto à abordagens errôneas de determinados conceitos da física durante o roteiro do RPG. Esses mediadores nos afetaram e geraram alterações devido às nossas correções no decorrer e ao término da escrita deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALLAIN, L. R. **Mapeando a identidade profissional de licenciandos em Ciências Biológicas**: Um estudo Ator-Redea partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- ARAÚJO, T. D.; ANDRADE, G. M. P. C.; SILVA, F. A. R.; COUTINHO, F. A. A mobilização de diferentes actantes em uma explicação de um experimento sobre o conteúdo "Equilíbrio químico". In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, *Anais...* Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2015.
- BACHELARD, Gaston. O novo espírito científico, trad. REMBERTO FRANCISCO KUHNEN, São Paulo, p. 119, 1978.
- BARNES, B., BLOOR, D., HOLLIS, M., & LUKES, S. Rationality and relativism. 1982.
- CAILLOIS, ROGER. **Os jogos e os homens**: a máscara e a vertigem. Tradução de Maria Ferreira; revisão técnica da tradução de Tânia Ramos Fortuna. Petrópolis, RJ: editora Vozes, 2017.
- CALLON, Michel; LATOUR, Bruno. **Unscrewing the big Leviathan: how actors macro-structure reality and how sociologists help them to do so. Advances in social theory and methodology**: Toward an integration of micro-and macro-sociologies, v. 1, 1981.
- CAMARGO, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5137/513751532016.pdf> Acesso em: 15 de jul. de 2020.
- CAMPOLINA, D.; RAJÃO, R. As redes de humanos e não humanos na gestão participativa das águas: o caso do núcleo córrego João Gomes Cardoso – Contagem/MG. In: COUTINHO; F. A.; VIANA, G. M. (orgs.). **Teoria Ator-rede e educação**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 95 – 120.
- CARVALHO, E. B.; PACHECO, K. F. G.; RODRIGUES, J. O Jogo Didático 'jogo dos Biomas' como Método de Ensino e Aprendizagem. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v. 5, n. 10, 2011.
- CAVALCANTI, E. L. D. **Role Playing Game e ensino de química**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2018. 91 p.
- CHAGAS, F. H. S. **Proposta de ensino de física em espaço não-formal: uma aula de mecânica no parque de diversões**. 2018. 132. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade de Brasília, Brasília. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32240>. Acessado em: 03 mar. 2021.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os Pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências: teorias da aprendizagem e outras interfaces. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018. p. 33-46.

COELHO, Ingrid Miranda de Abreu. **O uso de *Role Playing Game* (RPG) como ferramenta didática no ensino de ciências**. 2017. 128 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

COUTINHO, F. A.; RODRIGUES E SILVA, F. A.; MATOS, S. A.; SOUZA, D. F.; LISBOA, D. P. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. **Revista SBEnBio**. n. 7. 2014. 13p. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8433/1/ARTIGO_PropostaUnidadeAn%c3%a1lise.pdf. Acesso em: 23 jun. 2019.

COUTINHO; F. A; VIANA, G. M. Alguns elementos da teoria Ator-rede. In: COUTINHO; F. A; VIANA, G. M. (orgs.). **Teoria Ator-rede e educação**. 1ª ed. Curitiba: **Appris**, 2019. p. 17 – 37.

DEUS, Thiago Cardoso de; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. O Jogo de Realidade Alternada Curto (Short Arg) como estratégia de discussão de conceitos químicos em nível superior. **Química Nova**, v. 43, n. 3, p. 362-370, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422020000300362&script=sci_arttext Acesso em: jun. de 2020.

ENGLE, R. A.; CONANT, F. R. Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom, **Cognition and Instruction**, 20:4, 399-483, 2002. DOI: 10.1207/S1532690XCI2004_1

GOULART, M. I. M.; COUTINHO, F. A.; PEREIRA, A. F. “Quando é que nós vamos dar a resposta certa?”. Formas híbridas de categorização na exploração do mundo por crianças pequenas. In: COUTINHO; F. A; VIANA, G. M. (orgs.). **Teoria Ator-rede e educação**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 67 – 94.

CREPALDE, R.S. **Da energia pensada à energia vivida: um diálogo intercultural com as ciências**. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CREPALDE, R. dos S. & AGUIAR JR, O. G. A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18(2), p. 299-325, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/132>. Acesso em: 19 jun. 2019.

CURRÍCULO REFERÊNCIA DE MINAS. Disponível em: <http://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/20181012%20%20Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20de%20Minas%20Gerais%20vFinal.pdf> Acesso em: maio de 2019.

CUTCLIFFE, Stephen. La emergencia de CTS como campo academico. In: Ideas, Maquinas y Valores. **Los Estudios de Ciencia, Tecnologia y Sociedad**. Barcelona: Anthropos, 2003.

DRIVER, Rosalind; MILLAR, Robin. **Energy Matters**. Leeds: University of Leeds, March, 1986.

FARIA, Elisa Sampaio de; COUTINHO, Francisco Ângelo. Educação científica em ação: a cartografia de controvérsias como prática de cidadania técnico-científica. **Cadernos de Pesquisa**, v. 22, n. 3, p. 133-147, 2015.

- FERRARI, M; CHI, M.T.H. The nature of Naive explanation of nature selection. **International Journal Science Education**. Londres, v. 20, n.º 10, p.1231-1256. 1998.
- FERRARI, A. C. M.; COUTINHO, F. A. Quem atua na inclusão? Contribuições Latourianas para um novo olhar sobre o processo inclusivo de adolescentes surdos no ensino regular. In: COUTINHO; F. A; VIANA, G. M. (orgs.). **Teoria Ator-rede e educação**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 39 – 52.
- FERREIRA, E. S. S. Jogos digitais e mediações didáticas para o ensino de ciências com ênfase em física. 2016. 157 f. Dissertação, (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- GRANDO, A.; TAROUÇO, L. O Uso de Jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 2, 2008. Disponível em:<<http://migre.me/uetlg>>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- HEWITT, P. G. **Fundamentos de física conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- LATOUR, Bruno. ‘**On recalling ANT.**’, in J. Law and J. Hassard (eds) *Actor Network and After*, Oxford: Blackwell Publishers/The Sociological Review, pp. 15–25. (1999a)
- LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. Tradução Ivone C. Benedetti; revisão da tradução Jesus de Paula Assis. 2ª ed. São Paulo: Unesp, 2011.
- LATOUR, Bruno. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede**. Edufba, 2012.
- LATOUR. Bruno. **Jamais fomos modernos: ensaio de Antropologia Simétrica**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.152 p
- LAW, John. **Notas sobre a teoria do ator-rede: ordenamento, estratégia e heterogeneidade**. Trad., Fernando Manso. 1992. Disponível em: <http://www.necso.ufjf.br/Trads/Notas%20sobre%20a%20teoria%20Ator-Rede.htm> Acesso em: 24 jul. 2019.
- LE MOS, André. Por um modo de existência do lúdico. **Revista Contracampo**, v. 32, n. 2, p. 4-17, 2015.
- LIMA, Nathan Willig. **O lado oculto do fóton: a estabilização de um actante mediada por diferentes gêneros do discurso**. 2018. 289 f. Tese (Doutorado em ensino de física). Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2018.
- LOBO, Samuel Itxai Silva; VIANA, Gabriel Menezes. Análise da experiência com o jogo "Galápagos" para o ensino de conteúdos de evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 405-420, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1633> Acesso em: maio de 2020.
- LÜCKEMEYER, ACAB; CASAGRANDE JUNIOR, E. F. Uma introdução aos estudos CTS na América Latina com enfoque em tecnologia e ambiente. **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, n. 10, 2010.
- MAGALHÃES, C. G.; SOUSA, R. G. Construção e Exposição de Banners Sobre os Biomas Brasileiros **In: Anais do III Congresso de práticas educacionais: novas formas de ensinar e aprender**, 22-26 de setembro de 2014; Caeté- MG. Belo Horizonte: Magistra Escola de

Formação e desenvolvimento profissional de educadores – Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2014.

MARCHAND, Pascal; RATINAUD, Pierre. L'analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). **Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles**. JADT, v. 2012, p. 687-699, 2012. Disponível em: <http://lexicometrica.univ-paris3.fr/jadt/jadt2012/Communications/Marchand,%20Pascal%20et%20al.%20-%20L'analyse%20de%20similitude%20appliquee%20aux%20corpus%20textuels.pdf> Acesso em: 15 de ago. de 2020.

MELO, T. B., et al. Os temas de pesquisa que orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a produção acadêmica brasileira em Ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 587-606, 2016.

MILLAR, R: Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. v.5. n.02, Belo Horizonte Out.2003.

MOREIRA, C. V. **Física no parque de diversões: um relato de experiência**. 2007. 40 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) – CECIMIG/FAE, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AJGGW/1/monografia_c_liv_vicente_moreira.pdf Acessado em: 03 mar. 2021.

OLIVEIRA, G. G.; SOUSA, R. G.; CUNHA, H. F. **Criaturas Antenadas**. Goiânia: Kelps, 2013. 98 p. Disponível para download em: <https://drive.google.com/file/d/1EzKK5WipfsvtaVutKb2aaLZpuV874QQy/view?usp=sharing>

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson; ZAIDAN, Samira. A produção de conhecimento aplicado como foco dos mestrados profissionais. In: Guimarães, Selva; Gonçalves, Wenceslau (orgs.) **Mestrado profissional: implicações para a educação básica**. Campinas, Alínea, 2018. Pgs 41-57. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bernardo_Oliveira4/publication/330398396_A_producao_de_conhecimento_aplicado_como_foco_dos_mestrados_profissionais/links/5ec1ce79a6fdc90d67dfe45/A-producao-de-conhecimento-aplicado-como-foco-dos-mestrados-profissionais.pdf Acesso em: ago. de 2019.

OLIVEIRA, Juliana Roberto de. **Proposta de uma sequência didática fundamentada na teoria Ator Rede: o estatuto do embrião**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/8548> Acesso em: jul. 2019.

OLIVEIRA, B. B. **Performance da Prática como Componente Curricular na formação de Professores de Ciências e Biologia**. 2019. 125. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2019.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

Piaget, J. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento** (M. M. dos S. Penna, Trad.). Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf> Acesso em: jul. 2019.

PENTEADO, Heloísa Dupas. Pesquisa-ensino: uma modalidade de pesquisa-ação. **Pesquisa-ensino: a comunicação escolar na formação do professor**. São Paulo: Paulinas, p. 33-44, 2010.

QUEIROZ E MELO, M. D. F. A.; MORAES, M. O. (2016). Ludicidade, tecnologias e teoria ator-rede: agregando contribuições. **Athenea Digital**. Revista de pensamento e investigação social, 16(3), 189-205, 2016.

RODRIGUES E SILVA, F. A. **O Darwinismo e os Biólogos**: Um estudo sobre a natureza das concepções alternativas sobre evolução. Belo Horizonte, 2000, 78 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2000.

SANTANNA, Alexandre; NASCIMENTO, Paulo Roberto. A história do lúdico na educação The history of playful in education. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 6, n. 2, p. 19-36, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SLOTTA, J. D.; CHI, M. T. H. **Understanding constraint-based processes: a precursor to conceptual change in physics**. In G. W. Cottrell (ed.), Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society (Mahwah, NJ: Erlbaum), 306-311, 1996.

SOUSA, R. G.; OLIVEIRA, G. G.; CUNHA, H. F. Meio ambiente e insetos na visão de educandos de 6º e 8º ano de escolas públicas em Anápolis-GO. **Ambiente & Educação**, v. 18, n. 2, p. 59-82, 2013. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/3244> Acessado em: dez. de 2019.

SOUSA, E.; MIGUELOTE, A. Y.; NOVIKOFF, C. Energia em diferentes contextos: uma proposta atual para sua definição. **Cadernos UniFOA**, 20, 2012.

SOUSA, R. G.; CESAR, D. E. O Ensino de Ecologia e sua influência na percepção ambiental e no conhecimento ecológico de uma turma de 6ºano do ensino fundamental. **Revista Experiências em ensino de ciências**, v. 12, n. 7, 2017. Disponível em: http://www.if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID422/v12_n7_a2017.pdf. Acessado em: 23 de jun. de 2019.

VASCONCELLOS, E. S.; SANTOS, W. L. **Educação ambiental por meio de tema CTSA: relato e análise de experiência em sala de aula**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), 1-10, 2008.

VASQUES, R. C. **As Potencialidades do RPG (Role Playing Game) na Educação Escolar**. Araraquara, 2008. 180 f. Dissertação – Mestrado em Educação Escolar. Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP, 2008.

APÊNDICE A – Termo de autorização assinado pela direção da escola

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A Diretora da Escola Estadual Padre Matias Lobato,
professora

Sr.^a Diretora,

Raquel Gonçalves de Sousa

Solicitamos sua autorização para iniciar na escola um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “O desenvolvimento de um jogo didático ‘De carona com um fóton’ para o ensino sobre Energia nos anos finais do ensino fundamental”, com a participação da Mestranda Raquel Gonçalves de Sousa, aluna do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG, sob orientação do Professor Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva.

A pesquisa envolverá a coleta de dados por meio de fotografia e filmagem dos alunos durante as atividades e anotações em caderno de campo, com o objetivo de verificar e analisar as relações de ensino-aprendizagem presentes nas aulas em que se utilizou o jogo didático.

Esta pesquisa objetiva elaborar e analisar um jogo didático denominado “De carona com um fóton” como mediador do processo ensino-aprendizagem sobre energia nos anos finais do ensino fundamental. Acreditamos que, ao final do trabalho, possamos constituir dados e orientações que possam melhorar o ensino de Energia para alunos do ensino fundamental II.

Aponta-se assim um caminho e orientação para professores de Ciências na utilização e elaboração de materiais pedagógicos para o ensino-aprendizagem de processos de equilíbrio. Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e todos os registros serão de uso exclusivo para fins de estudos na área de educação em ciências.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e bem estar, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo estes riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido na pesquisa está na divulgação indevida da identidade da escola, professores e alunos e, nesse caso, nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-los. Os registros obtidos não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos professores e alunos nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, tendo os sujeitos sua identidade preservada. Esses registros farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nessa e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com autorização da direção da escola, o consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S.^a quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

A senhora tem a liberdade para sanar dúvidas que possam surgir em qualquer fase da pesquisa para o Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva, pelo telefone (31) 96042205 ou para a mestranda Raquel Gonçalves de Sousa, pelo telefone (37) 991498655, ou ainda para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelo telefone (031) 3409-4592.

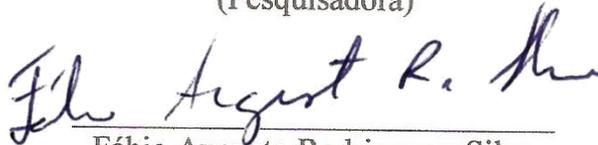
Caso deseje recusar a participação ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecida em relação à proposta e concordando que a Escola Estadual Padre Matias Lobato participe voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver a autorização, assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V. S^a. e outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,



Raquel Gonçalves de Sousa
(Pesquisadora)



Fábio Augusto Rodrigues e Silva
(Orientador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa.
 Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Míria da Silva Louia

Nome completo da diretora da Escola Estadual Padre Matias Lobato

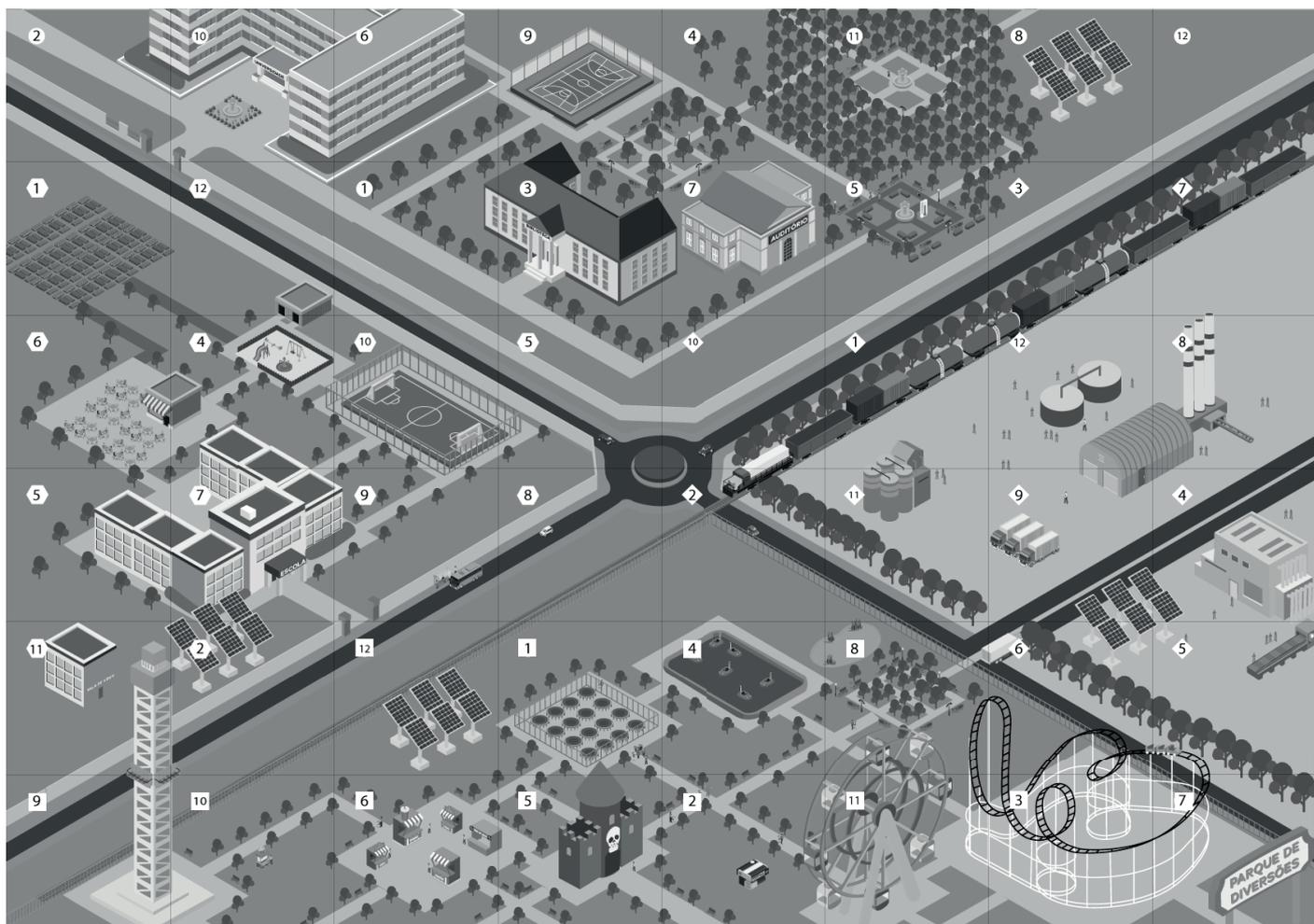
Míria da Silva Louia

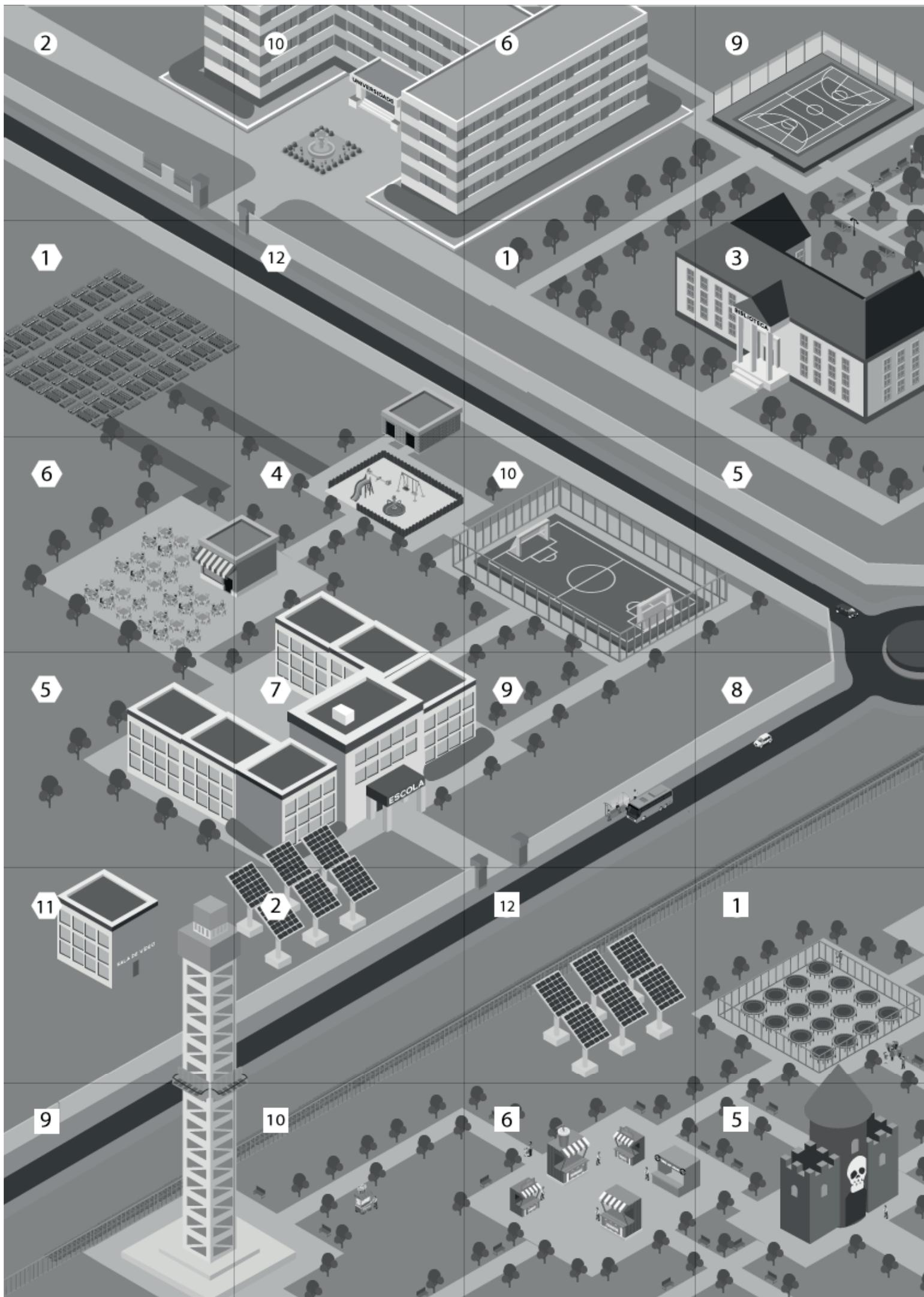
Assinatura da diretora da Escola Estadual Padre Matias Lobato

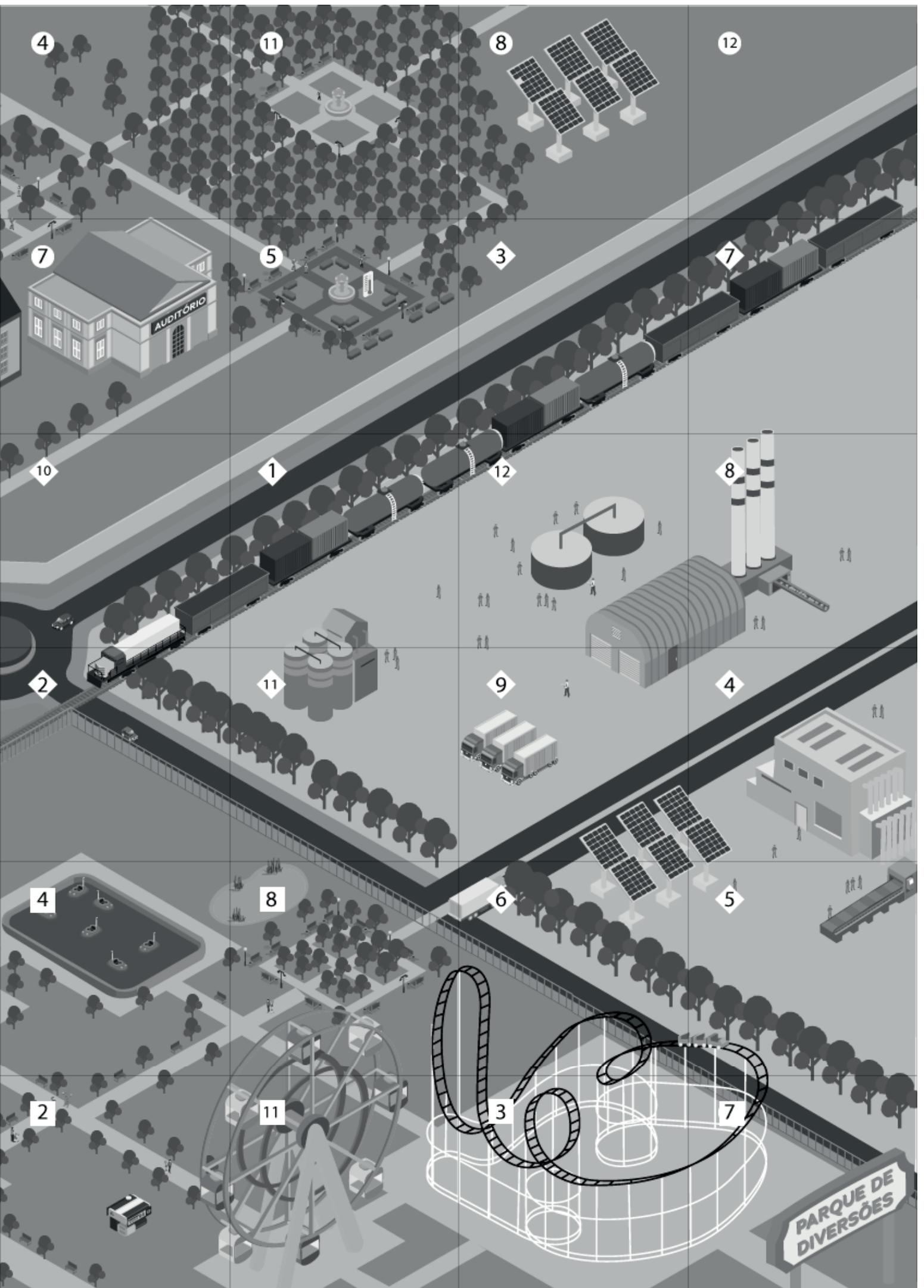
Divinópolis 07 de Novembro de 2019.

APÊNDICE B – TABULEIRO DO JOGO ENERGIZANDO

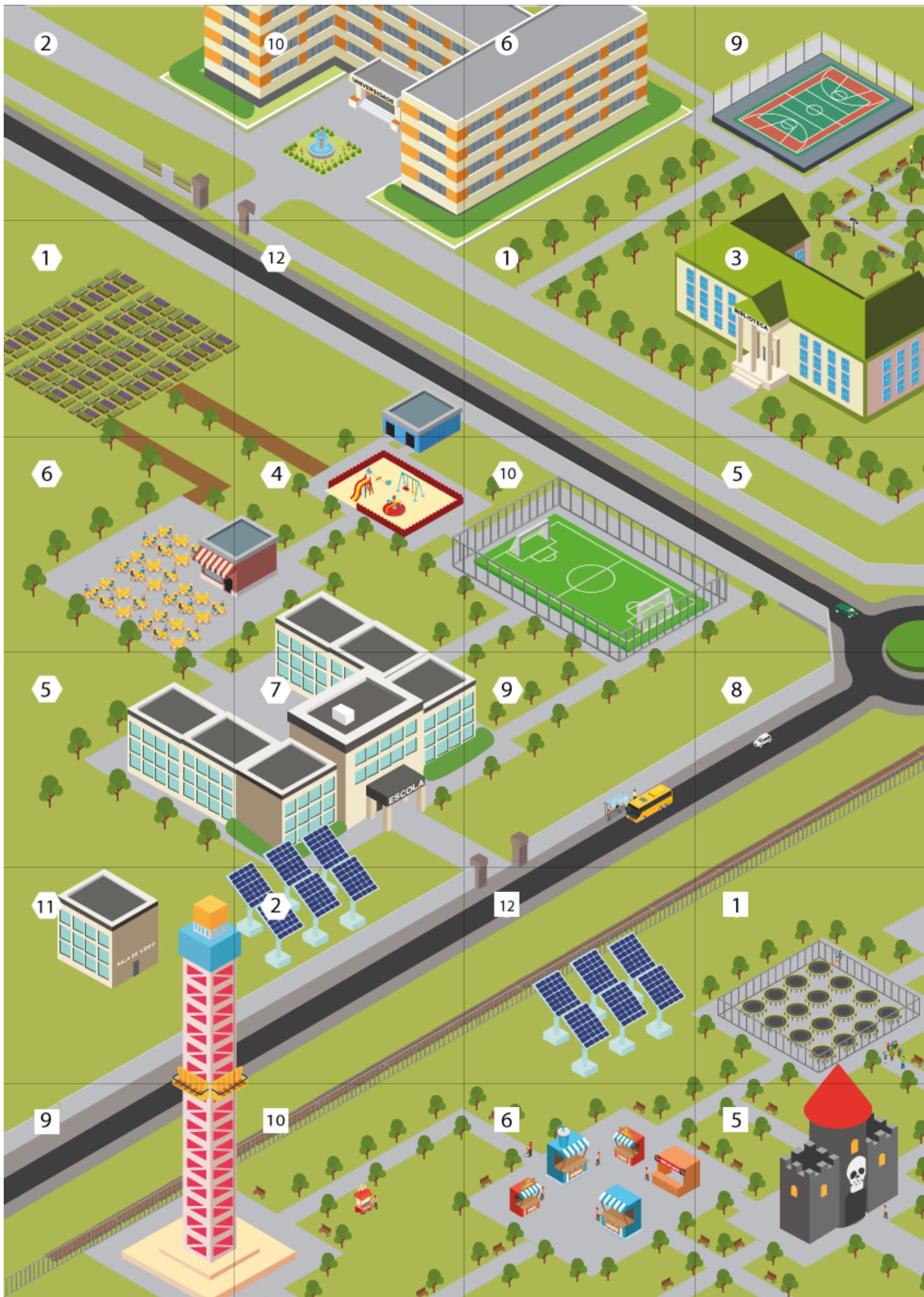
Visualização do tabuleiro







APÊNDICE C – CARTAS COLORIDAS DO JOGO ENERGIZANDO





4

11

8

12

7

5

3

7

10

1

12

8

2

11

9

4

4

8

6

5

2

11

3

7

PARQUE DE
DIVERSÕES

APÊNDICE D – LIVRO DO JOGO ENERGIZANDO



ENERGIZANDO

Raquel Gonçalves de Sousa

Sumário

Regras do Jogo -----	pag. 4
Cartas Número 1 -----	pag. 5
Cartas Número 2 -----	pag. 7
Cartas Número 3 -----	pag. 8
Cartas Número 4 -----	pag. 11
Cartas Número 5 -----	pag. 13
Cartas Número 6 -----	pag. 15
Cartas Número 7 -----	pag. 18
Cartas Número 8 -----	pag. 20
Cartas Número 9 -----	pag. 22
Cartas Número 10 -----	pag. 24
Cartas Número 11 -----	pag. 27
Cartas Número 12 -----	pag. 28
Referências Bibliográficas -----	pag. 31

ENERGIZANDO

Projeto Desenvolvido por:
Raquel Gonçalves de Sousa

Orientador:
Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Design/ Ilustração/ Diagramação:
Victor Hugo Almeida Nunes

REGRAS PARA O JOGO ENERGIZANDO

- Para que a aventura do jogo energizando aconteça vocês fotoexploradores se dividirão em quatro equipes, uma para cada território, sendo necessário, portanto, no mínimo quatro pessoas para que uma partida aconteça. Se possível, com quantidades iguais de integrantes por equipe. Uma sugestão para o professor é a divisão da turma em grupos com oito estudantes para que se tenha no mínimo duas pessoas em cada território do jogo.
- Em um primeiro momento cada equipe lançará o dado e seguindo a ordem do que obteve o maior número até o menor cada equipe poderá escolher em qual território sua jornada acontecerá (universidade, escola, parque de diversões ou siderúrgica).
- Caso exista mais de um fotoexplorador por equipe vocês precisarão definir quem será o Mestre. Existirá, portanto, um mestre por território, sua função é realizar a leitura e, sempre que possível, a interpretação cênica com diferentes tons de voz e gestos dos personagens presentes no roteiro do seu território. Ele também poderá permitir ou não que outros participantes do jogo leiam os trechos em negrito do livro de cartas do seu território. O membro da equipe que não for escolhido como mestre precisará de um papel e lápis para anotar a sequência numérica das cartas para que vocês não se percam nas escolhas.
- Para definirem qual equipe iniciará a aventura, os mestres deverão lançar o dado e aquele que primeiro obtiver o número 1 começará o jogo pela leitura da etapa 1 do livro de cartas do seu respectivo território. As outras equipes precisarão aguardar. A propósito, todos iniciarão pela carta de número 1, entretanto, dependendo das escolhas feitas por vocês, o roteiro não seguirá a ordem sequencial dos números das cartas. Tenham cuidado! Algumas escolhas poderão favorecer a continuidade da jornada pela equipe de outro território.
- Vocês acrescentarão as cartas avulsas coloridas sobre o território/tabuleiro em seu número e imagens cinzas correspondentes isso na medida em que vocês finalizam a leitura das etapas da jornada no roteiro no livro. Aos poucos seu território vai ficando colorido conforme o desenrolar de sua jornada.
- A equipe que estiver atenta e durante a leitura das cartas, por um mestre da equipe adversária, gritar a palavra “Energizando” logo após ele falar a palavra “Fotomóvel ou fotomóveis” pausará a leitura da equipe adversária e ganhará o direito de continuar a sua jornada. Caso a equipe prejudicada esteja em sua última carta, ainda assim precisará aguardar que o jogo retorne para o seu território para continuar a leitura e talvez ganhar o jogo.
- Ganha o jogo a equipe de fotoexploradores que vivenciar verdadeiramente essa aventura realizando as melhores escolhas e que por meio dos conhecimentos sobre energia conseguir primeiramente as moedas energéticas necessárias para percorrer todo o seu território e retornar para suas dimensões!
- Caso não seja a primeira vez que vocês estejam jogando sintam-se à vontade para modificar uma das regras ou acrescentar uma regra nova ao jogo.

Sugestão de método alternativo e mais econômico para o(a) professor(a)

Caso o professor queira jogar com a turma inteira em uma única partida poderá seguir o seguinte passo-a-passo: plastificar o cenário e as cartas, fixar o cenário cinza no quadro, dividir proporcionalmente a turma em quatro grupos e explicar a dinâmica do jogo. O mestre de cada grupo fará a leitura, audível para todos os demais estudantes da turma, e aos poucos o próprio professor vai acrescentando, com o auxílio de uma fita crepe ou velcro (previamente preparados), as cartas coloridas sobre o território de cada grupo no cenário afixado no quadro.

Legendas do Tabuleiro

□ Parque de Diversões

⬡ Escola

○ Universidade

△ Siderúrgica

RECEBENDO A MISSÃO

Fotoexploradores, vocês são seres complexos que saíram do sol em um feixe de luz, de carona com um fôtomóvel, porque desejavam investigar se no planeta Terra vocês encontrariam uma matriz energética sustentável, mas essa missão não será nada fácil, vocês precisarão descobrir territórios e sabiamente conquistá-los. A moeda de conquista é o conhecimento sobre energia, na missão vocês contarão com o auxílio de um dispositivo capaz de transportá-los de um mundo muito pequeno para um mundo com dimensões humanas e vice-versa. Esperamos que tomem as melhores decisões para que cheguem em segurança ao seu destino final a “Lâmpada das ideias”. Que comece essa longa e intrigante jornada!

Carta Número 1

1. UNIVERSIDADE

Nós chegamos na Terra e entramos com nossos fôtomóveis por uma janela da biblioteca de uma Universidade. Eu, o mestre, digo para todos gritarmos juntos: **“ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO”** comigo 1, 2, 3... Vejam! Nós estamos em formas humanas. Olhem para os dispositivos em nossos punhos e vibram com a seguinte mensagem: **“O jogo só continuará após vocês criarem características para as suas formas humanas (físicas e de personalidade)”**. Vamos abrir esse livro de mitologia, que tem uma imagem de Zeus, ouçam a voz de Zeus: **“os estudos sobre energia e matéria começaram muito antes das universidades. As civilizações antigas também contribuíram com o conhecimento sobre os fenômenos naturais. Só que as pessoas dessa época compreendiam que os fenômenos da natureza aconteciam por meio de nós, OS DEUSES”**. Que susto, melhor fechamos esse livro.

Se a curiosidade de vocês for maior que o receio, sigam para (6).

Se o medo de Zeus foi tão grande e vocês acham melhor correr da biblioteca para outro lugar, sigam para (2).

1. ESCOLA

Nossa equipe de fotoexploradores avista inicialmente um lugar com vários seres verdes enfileirados. Só que para frear está bem complicado porque nós estamos do tamanho de um feixe de luz, viajando à trezentos mil quilômetros por segundo. Fomos capturados pelos seres verdes enfileirados nós passamos por uma parede e depois por uma membrana para em seguida entrarmos em estruturas menores chamadas cloroplastos. Ali nós, juntamente com a energia de nossos fôtomóveis, ficamos presos em uma

sequência de moléculas. Um de nós repara que além da energia luminosa também estão entrando moléculas de gás carbônico. Por fim, nós nos estabilizamos em uma molécula de glicose. Um membro da equipe nota a saída de gás oxigênio e pergunta: **“Mas afinal qual é esse ser que conseguiu nos capturar?”** Eu explico: **“É mais provável que seja o que os terráqueos chamam de plantas. Ela realiza um processo fundamental para manutenção da vida na Terra chamado fotossíntese, o qual, permitiu a existência de seres aeróbios (dependentes do oxigênio) neste lugar.”** O dispositivo eletromagnético, que fica em nossos pulsos, apita e informa: **“Vocês acabaram de formar matéria em um processo que transforma energia luminosa em química, por isso, a equipe adquiriu 500 moedas energéticas para este início de jornada.”**

Enquanto estávamos presos nessa molécula de glicose um de vocês questiona sobre possibilidades: **“Será que devemos ativar o dispositivo e assim aumentarmos de tamanho?”** Eu respondo: **“Nós acabamos de chegar aqui, se ativarmos o dispositivo iremos eliminar esse ser que nos capturou e isso poderá gerar graves problemas para nós. Vamos pensar melhor sobre o assunto.”** O dispositivo eletromagnético apita novamente com a seguinte mensagem: **Se vocês decidirem ficar dentro da planta um pouco mais sigam para a carta de número 4**
Caso vocês resolvam assumir o risco e ativar o dispositivo eletromagnético sigam para a carta de número 5.

1. PARQUE DE DIVERSÕES

Nossa equipe de fotoexploradores tangencia o planeta Terra e chega naquela região ao entardecer em um dos últimos feixes de luz do dia. Nós visualizamos uma grande quantidade de luzes piscando e ao nos aproximarmos cada vez mais eu digo para ativarmos nossos dispositivos: **“todos juntos vamos gritar ativar dispositivo**

eletromagnético, comigo no três... 1, 2, 3 ATIVAR DISPOSITIVOS ELETROMAGNÉTICOS". Agora já do tamanho dos seres humanos, caímos em cima de um lugar macio, mas que começa a nos lançar para cima e para baixo. Um de nós grita assustado: **"o que é isso?"** Outro responde: **"eu também não sei... deve ser o efeito de estarmos em outra gravidade. O solo daqui deve ser flexível!"** Entretanto, nós não sabíamos, mas havíamos caído na cama elástica de um parque de diversões." Eu peço para todos juntos pararmos de fazer impulso, aos poucos nos deitamos e vamos rastejando pela superfície. Todos de uma só vez caem da cama elástica e gritam bastante. Agora, já em terra firme, eu peço calma e silêncio para entendermos o que estava acontecendo. Uma fotoexploradora, que leu os poucos manuais de atividades humanas, explica: **eu acho que nós estávamos em um dispositivo formado por um material elástico em que ocorre transformação de energia mecânica dos corpos em elástica do material e vice-versa, parece um aparelho utilizado para diversão.** Outro, já mal-humorado, fala: **"eu não achei nenhuma graça"**. Eu reparo na fachada iluminada do lugar e leio em voz alta: "Fisicolândia - Parque de diversões". Confirmando assim, que o lugar é utilizado como lazer pelos seres humanos, o dispositivo em nosso pulso apita com a seguinte mensagem: **Apesar de terem chegado à um lugar divertido não se esqueçam da missão; que é conhecer mais sobre a relação energia e os seres humanos. Vocês só conseguirão retornar dessa viagem após a conquista das 2000 moedas energéticas. Agora a equipe precisará decidir:**

Caso queiram se aventurar em um brinquedo perigoso para ganharem 500 moedas sigam para a carta de número 3.
Agora se a equipe prefere ter cautela, ao explorar esse novo ambiente, siga para a carta de número 8.

1 SIDERÚRGICA

Eu começo comunicando a vocês, fotoexploradores, que a nossa equipe recebeu uma das missões mais perigosas, a de compreender como o ser humano utiliza determinados minérios do planeta Terra. Eu pergunto: "enquanto vocês se preparavam para esta missão o que conseguiram descobrir sobre minérios?" Neste instante cada fotoexplorador da nossa equipe falará seu minério favorito e justificará o porquê da escolha.

Nós ainda estávamos conversando quando de repente nossos veículos fotomóveis, ondas eletromagnéticas vindas do Sol, em contato com as partículas do ar, começam a perder combustível em forma de calor. Eu informo que estamos quase chegando ao destino programado. Um fotoexplorador se sente mal e começa a gritar: **"não iremos sobreviver. Por que eu fui aceitar essa missão?"** Eu tento tranquilizá-los dizendo: "a missão começou agora. Se nos mantivermos calmos e unidos todos nós conseguiremos sobreviver a este ambiente hostil e voltaremos em segurança para casa após conquistarmos nossas 2000 moedas energéticas. Atenção! Quando eu contar até 3 nós iremos ativar nossos dispositivos gritando juntos a frase ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO. Comigo 1, 2, 3..."

Nós agora estamos na forma humana e caímos sobre um material pontiagudo e muito duro, um de nós constata: **"esse corpo humano me parece muito frágil. Já estamos com esfoliações e um pouco de sangramento.** Outro diz: **"ainda bem que seu corpo funcionou como amortecedor e por isso não me machuquei tanto, mas claro, me desculpe, não foi algo planejado."** Finaliza rapidamente ao perceber a expressão um tanto agressiva do primeiro fotoexplorador. Eu peço silêncio e digo: "percebam! Nós ainda estamos nos movimentando." Todos nos assustamos ao escutarmos um apito estridente: PIUÍ, PIUÍ...

Um fotoexplorador da equipe diz achar mais seguro se todos nós saltássemos desse dispositivo para continuarmos a missão. Entretanto, uma fotoexploradora do grupo argumenta o contrário: **"os cálculos de pouso da nossa missão indicavam exatamente esse local para aterrissagem, isso deve fazer parte do percurso, nós estamos em cima de um meio de transporte dos seres humanos denominado por eles de trem eu acho melhor prosseguirmos em cima dele".** O meu dispositivo eletromagnético projeta um holograma com a seguinte mensagem:

Se o grupo decidir por saltar do trem sigam para a carta de número 11.

Caso o grupo prefira descobrir sobre a estação final deste trem sigam para a carta de número 7.

Carta Número 2

2 UNIVERSIDADE

Esse jogo é para corajosos. Por isso joguem o dado

Se sair o número 1 ou 2 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da siderúrgica.

Se sair o número 3 ou 4 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da escola.

Se sair o número 5 ou 6 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores do parque de diversões.

(Coloquem essa carta no tabuleiro em cima do número 2. Quando o jogo retornar para a universidade vocês prosseguirão lendo a carta de número 6).

2. ESCOLA

(Observação: Caso ainda não tenham passado pelas cartas 3, 4, 5, 8 e 9 vocês poderão acrescentá-la diretamente ao tabuleiro neste momento). O professor de ciências, chamado Victor Hugo, que estava conversando conosco, se descongela, enfia a mão no bolso, nos entrega um bilhete. Em seguida entra em uma sala, o bilhete continua os seguintes dizeres: **“se vocês chegaram até aqui significa que conseguiram conquistar todas as moedas energéticas necessárias para transportá-los até as suas dimensões. Agora vocês irão para o pátio e lá colocarão todas as moedas nas mãos do colega do grupo que tem o maior senso de colaboração, ou seja, que usa seus conhecimentos para ajudar as pessoas ao seu redor. O mestre irá contar até 3 e vocês ativarão seus dispositivos.”** Seguimos todas as orientações e ao chegarmos no pátio, eu disse: vamos juntos para a última fase dessa missão, comigo... 1, 2, 3 **“ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO”**. Agora, já invisíveis aos seres humanos, entramos em nossos fotomóveis (ondas eletromagnéticas) vindos do sol e nos deslocamos por um longo caminho. Somos refletidos pela água de um rio e perdemos um pouco de combustível eletromagnético em forma de calor absorvido pelas moléculas d'água. Além disso, as moléculas dos gases da atmosfera também capturam um pouco da energia dos nossos fotomóveis. Em seguida, nossos veículos nos levam até grandes painéis, nós passamos por um vidro

com as seguintes anotações **“painel fotovoltaico”** e nossos fotomóveis começam a arrancar vários elétrons dos metais condutores que, ao se acumularem em diferentes regiões dessas placas, dão origem à um potencial elétrico. Nós, agora, entramos juntamente com essa **“nuvem”** de elétrons até um fio e depois outro e mais outro fio. Começamos a gritar, mas dessa vez não é de desespero porque depois dessa longa jornada nós já estamos bem corajosos, na verdade, estamos nos divertindo bastante nesse tobogã de elétrons. No fim, entramos em um fio muito fino dentro de uma lâmpada e uma forte luz é liberada. Eu, mestre, grito: **“Realmente a energia não é criada nem perdida ela se transforma e se conserva. Agora sim nós encontramos uma matriz energética sustentável e podemos nos transportar para nossas dimensões paralelas. Parabéns fotoexploradores! Todos juntos comigo 1, 2, 3... ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO.”**

2. PARQUE DE DIVERSÕES

Sem luz todos começaram a correr de um lado para o outro e a conversarem bem alto. Alguns dizem: meu filho... **meu filho está lá na barca e a energia acabou.** Outros dizem: **“vamos embora rápido... rápido. Que absurdo um parque de diversões não ter um gerador!”** Um jovem que estava ao meu lado pede calma e explica: **“os brinquedos com certeza têm mecanismos de segurança para essas situações. Além disso, eu me informei antes na internet e dizia que o parque tem o seu próprio gerador elétrico.”** Eu me viro para ele e pergunto: **“Qual é o seu nome? Como sabe de tudo isso? O que é mesmo esse gerador elétrico?”** O rapaz responde: **“meu nome é Ygor Bernardes. Eu sou professor de física e estou aqui com alguns alunos para uma aula investigativa. O gerador é um equipamento capaz de transformar energia potencial química do combustível em energia cinética movendo um ímã que em seguida gera corrente elétrica. Ele converte energia potencial química em elétrica para suprir as necessidades de determinado local. Alguns são automáticos e se ligam assim que ocorre interrupção da corrente da energia elétrica.”** Eu agradeço pelos esclarecimentos e antes de terminar minha fala, o professor Ygor me interrompe dizendo: **“eu preciso ir para reunir e acalmar melhor todos os meus alunos. Tchau tchau.”** Após a conversa com o professor, escuto um funcionário do

parque falando que é preciso conferir o gerador, porque o fornecimento da energia elétrica da cidade foi interrompido. Eu resolvo seguir o sujeito, chegamos a um galpão fechado em que outro funcionário já estava esperando e comenta: **“nós precisamos encontrar aquele botão vermelho grande para ligarmos esse gerador, alguém desligou seu modo ‘hibernação’ e por isso ele não ligou automaticamente. Não consigo enxergar nada.”** Eu percebo a dificuldade dos funcionários e resolvo ajudar ativando a luz do meu dispositivo eletromagnético, agora com o ambiente iluminado os funcionários encontram os botões de controle e ligam o gerador. Um barulho alto se inicia e depois de alguns segundos todas as luzes e os brinquedos do parque voltam a funcionar. As pessoas gritam aliviadas, os funcionários me agradecem pela ajuda e quando resolvo desligar a luz do dispositivo ele apita com a seguinte mensagem: **você foi um verdadeiro mestre auxiliando os seres humanos com esse problema de fornecimento de energia, por isso, sua equipe acaba de receber 500 moedas energéticas. Entre agora em contato com os membros de sua equipe peça-os para cantar o trecho de uma música como forma de agradecimento. Após a cantoria de toda a equipe vocês poderão continuar o jogo pela carta de número 4, caso não queiram cantar, as demais equipes poderão lançar o dado e aquela que obtiver o maior valor continuará a missão.**

2 SIDERÚRGICA

Nós agradecemos e nos despedimos do senhor Wilson sendo que, cada fotoexplorador, nesse momento, cria sua própria forma de despedida seja com um toque de mão diferente, um abraço ou um gesto. Em seguida, mesmo com receio, eu percebo que o homem que estava atrás da porta não está mais lá e decido abri-la lentamente... nós observamos vários homens sentados em volta de uma mesa. Seus corpos estavam meio reluzentes e ao mesmo tempo transparentes, nos entreolhamos achando aquela cena bem estranha. Eu me dirijo a eles pedindo para se apresentarem, um deles começa a falar: **“por vocês serem seres superiores conseguiram ativar nossa presença quando conversaram sobre a história das máquinas, nós viemos de outra dimensão. Somos inventores e fomos enviados para auxiliá-los nesta missão. Eu sou James Watt, este sentado na ponta é Richard Thevith-**

ck, o que está no canto é Thomas Savery e ao seu lado o também pioneiro Thomas Newcomen.” Um de nós pergunta: **“o que vocês inventores têm de diferente das outras pessoas?”** James responde: **“na minha opinião nós inventores temos em comum a persistência e o gosto por montar e desmontar as coisas e crescemos em ambientes que estimularam isso. Eu por exemplo, adorava construir modelos na oficina de barcos do meu pai. O fato de termos vivido aqui durante a revolução industrial também influenciou muito.”** Eu o interrompo com o seguinte questionamento: **“nós estamos com a missão de compreendermos sobre a energia neste planeta e também sobre a utilização de minerais. Qual a relação entre o que vocês inventaram e a nossa missão?”** O inventor Thomas se levanta e diz que precisaremos decidir:



Caso a maioria considere que não existe muita relação entre energia e mineração/siderurgia sigam para a carta de número 12

Agora se o grupo acha que os inventores conseguirão relacionar energia e mineração contínuem pela carta de número 3

Cartas de Número 3

3 UNIVERSIDADE

A bibliotecária percebendo a nossa curiosidade sobre energia e matéria, se aproxima e pergunta: **“vocês sabem onde surgiu a palavra ‘energia’?”** Todos juntos respondemos: **“Não”.** Ela também nos pergunta se queremos nos sentar e ouvir um pouco de história. Todos juntos respondemos:

"Yes". Ela começa a história nos explicando que: "A palavra energia na ciência aristotélica vem do termo grego 'energeia' e significava no dicionário grego: força, algo que transforma, que movimenta. Aristóteles sistematizou a cultura grega e propôs dois termos para explicar a energia e a matéria. Ele falava na existência do ato e da potência. A potência está relacionada à capacidade de transformação da matéria e o ato seria a realidade da matéria, sua forma e atual posição". Um de nós a interrompe e comenta... **"Eu sei um exemplo para isso... é como um grupo de amigos reunidos com alguns instrumentos. Isso é a potencialidade, que irá passar ao ato quando começarem a ouvir a música e dançar"**. A bibliotecária sorri e nos diz "Isso mesmo. Você está acompanhando o raciocínio. Por muito tempo as ideias de Aristóteles influenciaram os filósofos..." A bibliotecária é interrompida por um professor da Universidade que precisa de seu auxílio. Ela se despede de nós, mas antes de sair entrega um papel com os seguintes dizeres: **"Por terem a paciência e o interesse na história das ciências vocês receberão agora 500 moedas energéticas. Está acontecendo neste momento uma aula prática na quadra da universidade sobre o dilema "força X energia" não percam esta oportunidade, sigam correndo para lá, pela carta de número 9"**

3. ESCOLA

Esta corrida é para fotoexploradores com anseio pelo conhecimento. Aqueles que se considerarem detentores de todo saber já perderam a curiosidade. Por isso, joguem o dado:

Se sair o número 1 ou 2 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da siderúrgica.

Se sair o número 3 ou 4 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da universidade.

Se sair o número 5 ou 6 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores do parque de diversões.

(Coloquem essa carta no tabuleiro em cima do número correspondente. Quando o jogo retornar para a escola vocês prosseguirão lendo a carta de número 6).

3. PARQUE DE DIVERSÕES

3- Um homem vestido de maquinista grita bem alto: **"RÁPIDO! RÁPIDO! NÃO PERCAM A SAÍDA DO PRÓXIMO VAGÃO DA MONTANHA RUSSA MAIS VELOZ DO MUNDO!"** Nós olhamos uns para os outros e rapidamente corremos em direção à entrada da montanha. Eu fico para trás pedindo para vocês me esperarem, ao chegarmos lá nós entramos na fila do lado direito do portão. Eu reparo no brinquedo e acabo comentando em voz alta sobre a existência de algumas partes remendadas na parte dos trilhos do brinquedo, o funcionário do parque ao escutar responde: **"fiquem tranquilos porque essas emendas fazem parte da estrutura, são frestas necessárias devido a dilatação do aço dos trilhos com o calor recebido nos períodos quentes do dia e também do atrito durante seu uso"**. Agora mais tranquilo, eu pergunto, dessa vez com uma voz baixa, se vocês realmente confiarão nesse brinquedo humano? Todos respondem bem animados: **"SIM"**. O vagão chega, as pessoas descem, nós entramos e somos amarrados ao banco pelo sinto de segurança. Uma fotoexploradora de nossa equipe comenta: **eles nos amarram assim por causa da inércia para que nossos corpos não sejam lançados ao ar**. Com esse comentário ficamos um pouco assustados, já que não podemos morrer enquanto estivermos na forma humana. Entretanto, mesmo um pouco resistente, eu decido por não abandonar a equipe e permaneço dentro do vagão. O passeio começa e o pequeno vagão é lentamente puxado até o ponto mais alto da montanha-russa. Um de nós grita: **"desce... desce logo... porque quanto mais alto for esse ponto, maior será a energia do carro"**. De repente, nós não conseguimos visualizar mais os trilhos e o carrinho desce com uma alta velocidade e novamente sobe, em seguida fica de ponta cabeça e a sensação é que nosso corpo fica mais pesado e depois mais leve. Todos gritam bastante com toda essa adrenalina, quase todos, menos eu que estou calado com meus olhos arregalados e segurando firmemente no aro de segurança. **Após longos 4 minutos o trem faz um barulho diferente e nós observamos a existência de pastilhas de freio que, por aumentarem o atrito, conseguem transformar energia mecânica em calor e diminuir a velocidade do vagão ao fazer uma força contrária ao movimento**. O vagão para e todos estamos em choque, mas de repente eu comento: "nem nossos fotomóveis na velocidade da luz me deram tanto medo". Após

esse breve comentário começa uma gargalhada generalizada, até eu não resisto e solta um sorriso de alívio. Assim que nós saímos da montanha-russa os dispositivos em nossos pulsos avisam: **vocês foram corajosos! Se arriscando nesse brinquedo, pois quando o vagão está subindo acontece transformação de energia cinética (do movimento) em energia potencial gravitacional e quando ele desce a energia potencial gravitacional acumulada se transforma em cinética. Vocês sobreviveram a essa primeira etapa e por isso acabam de receber 500 moedas energéticas! Agora decidam:**

Se o grupo não tem medo da matemática sigam para a carta de número 9.

Caso o grupo não esteja disposto a realizar contas sigam para a carta de número 5.

3. SIDERÚRGICA

Após o meu questionamento cheio de ímpeto, o inventor James Watt comenta: **“o mestre de vocês está um pouco ansioso, mas vamos... se sentem que nós contaremos uma parte da história. A palavra está com você Thomas Savery.”** Savery diz: **“eu inventei a máquina “amiga do mineiro” que era capaz de retirar água em minas com mais de 10 metros de profundidade. No século XVI a grande demanda de carvão mineral e o constante crescimento da Inglaterra obrigava os mineiros a escavarem cada vez mais fundo atrás de carvão e assim atingiam muitas veias d’água tornando as minas em verdadeiros poços. Minha máquina funcionava basicamente assim: um cilindro era preenchido com vapor em alta pressão e resfriado rapidamente. Quando o vapor se condensava, um vácuo era produzido no interior do cilindro, fazendo com que a água do fundo da mina preenchesse o espaço do cilindro. Por meio de um jogo de válvulas, a água era retida no interior do cilindro e, quando este se enchia novamente com vapor em alta pressão, a água era bombeada para fora da mina. SIMPLES E GENIAL!”** **“Entretanto, meu caro amigo, muitas delas explodiram e causaram graves acidentes. Por isso, eu, Thomas Newcomen, precisei pedir autorização para trabalhar em um projeto de aperfeiçoamento da sua máquina. A minha eu chamei de ‘máquina atmosférica’, nela o vapor d’água aquecido se expandia e impulsionava um êmbolo num cilindro e depois uma alavanca que propulsionava o veio da bomba que descia para a mina. Com a minha**

máquina os mineiros conseguiram tirar água de profundidades maiores que 50 metros.” Um de nós exclama: **“Eu estou admirado da persistência desses humanos. Imagino eu que vocês não desenvolveram esses instrumentos na primeira tentativa.”** James Watson, com um tom de voz bem orgulhoso, respondeu: **“não mesmo meu caro amigo. Essas modificações só aconteceram depois de muitos testes, por exemplo, para deixar a máquina a vapor ainda mais eficiente eu precisei criar uma câmara separada para condensação. Isso fez muita diferença, pois o pistão de dentro do cilindro não ficava mudando de temperatura porque, com a câmara de resfriamento separada, não era preciso lançar jatos de água dentro do cilindro para resfria-lo. Além disso, acoplei sistemas que permitiam girar um eixo e, portanto, rodas ao invés de simplesmente eixos para cima e para baixo. Minha máquina substituiu o trabalho antes realizado por animais e moinhos de vento. FOI IMPRESCINDÍVEL PARA A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL!”** Os Thomas se entreolham e se perguntam: **“como não pensamos nisso antes?”** Um fotoexplorador pergunta: **“e você Richard Thevithck contribuiu com o quê?”** Ele responde: **“eu juntei o útil ao agradável. Associei a máquina a vapor de Watt com as locomotivas a carvão que existiam até o momento, simplesmente criei a primeira locomotiva, ou seja, o primeiro trem.”** De repente um vapor esbranquiçado e aquecido toma conta do lugar e sopra um papel nos meus pés, eu fico trêmulo e assustado, e por isso, peço para um de vocês ler a mensagem que diz: **“vocês ganharam 300 moedas energéticas por compreenderem, por meio da história dos motores, que para haver conversão contínua de calor em trabalho, um sistema deve realizar ciclos entre fontes quentes e frias, continuamente. Em cada ciclo, é retirada uma certa quantidade de calor da fonte quente (energia útil), que é parcialmente convertida em trabalho, sendo o restante rejeitado para a fonte fria (energia dissipada)”**. Nós nem tivemos tempo para comemorar nossas moedas porque, assim que terminamos a leitura da mensagem, um monstro de fumaça escura entra pela janela da locomotiva e começa a falar com uma voz alta e grossa: **“Ahahahahah os humanos... e sua mania de destacarem apenas a parte boa da história, os inventores se esqueceram de falar de mim. Mister fuligem! A poluição eliminada pela queima desses combustíveis fósseis que esqueceram todos esses**

vapores. O motor de Newcomen foi chamado de moinhos satânicos escuros! Na Inglaterra eu gerei um verdadeiro nevoeiro assassino durante a época da Revolução Industrial e apesar dos motores terem evoluído eu ainda continuo sendo eliminada pela queima de gasolina e diesel. Eles podem até tentar me filtrar, mas eu sempre escapo. Haahahahaha Se eu fosse vocês fotoexploradores sairia correndo pois, se ficarem, serão intoxicados com todo prazer ahahahahahahahah." Os cientistas voltaram assustados para suas dimensões. Eu tenho uma ideia... vamos elaborar juntos uma resposta rápida para esse "mister fuligem" explicando sobre as potencialidades das atuais fontes renováveis de energia do planeta Terra.

Nossos dispositivos informam: "após a resposta do grupo, caso todos os fotoexploradores à considerem boa, vocês conseguirão espantar esse insolente, porém, realista monstro e receberão mais 200 moedas energética para prosseguirem até a carta de número 5. Caso não consigam explicar sobre as fontes renováveis de energia as demais equipes lançarão o dado e aquela que tirar o maior número continuará o jogo. Quando a missão retornar para este território vocês prosseguirão pela carta 5."

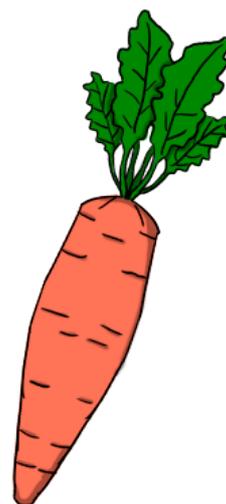
Cartas de Número 4

4 UNIVERSIDADE

Nós fomos até a biblioteca e de lá caminhamos pelos longos corredores da universidade. Em seguida, perguntamos para um guarda: "Bom dia! Onde fica um pátio com uma fonte?" O guarda orienta: "**essa fonte fica perto da porta da frente do prédio, virem à direita e sigam!**" Nós nos empolgamos e começamos a correr no corredor. O guarda apita levemente e pede para caminarmos ao invés de correr. Assim que passamos pela porta principal do prédio nós visualizamos a fonte. O dia está lindo e a universidade tem um maravilhoso jardim ao redor da fonte. Ao nos aproximarmos da fonte nós observamos a existência de um instrumento grande ao lado com uma placa indicando termômetro avisando que a temperatura do dia naquele momento está em torno de 26 °C. Um de vocês me pergunta "**E agora o que nós faremos?**" Em seguida, ao colocar a mão na água se assusta porque a água está "gelada". Todos nós resolvemos colocar a mão na água para experimentar e juntos dize-

mos "**É verdade!**". Uma fotoexploradora da equipe pergunta: "**Será que é porque a fonte é de barro?**" Ficamos um breve momento em silêncio e reflexão, até que um de nós interrompe o momento gritando "**O QUE É ISSO? SENTI ALGO BEM QUENTE NO MEU PÉ. OLHA SÓ! É UMA MOEDA. Estranho. Se a moeda e a água da fonte estão embaixo do mesmo sol, porque uma está mais quente que a outra?**" Eu, o mestre, começo a me preocupar com tantas perguntas sem respostas. No termômetro há o desenho de vários cientistas, de repente, um deles toma vida, salta do termômetro e fala "Eu sou Fahrenheit (meu nome se pronuncia Farenraite), vivi no século XVIII (dezoito) e estou precisando muito da ajuda de vocês. Por isso, informo que agora fotoexploradores existem duas opções: Se querem continuar essa conversa comigo sigam para o número 5.

4. ESCOLA



Nós optamos por ficar um pouco mais na planta e ela nos transportou das folhas para a raiz, por meio de tubos finos. Enquanto estávamos ali armazenados na raiz de uma planta, chamada pelos terráqueos de cenoura, nós aproveitamos para descansarmos um pouco da viagem. Só que de repente a raiz começa a se movimentar muito, alguém está retirando a cenoura da Terra, ouvimos ainda a seguinte fala: "**Hoje o lanche da escola será sopa e essas cenouras já estão com um tamanho ótimo!**" Eu, mestre, informo a vocês "Ah! Acabamos de descobrir o nome do lugar em que nós estamos. Em uma escola."

Nosso companheiro de equipe explica: **“Eu já li sobre esse lugar é onde os terráqueos vivem a maior parte da sua vida e se educam para conviverem em sociedade.”** A cantineira leva a cenoura para a cozinha e após lavá-la ela começa a cortá-la. Nós nos desesperamos com aquela lâmina afiada, mas eu peço para ficarmos bem juntinhos. Agora nós entramos numa água bem quente e eu peço para vocês ativarem a roupa de proteção térmica. Nós estávamos inicialmente no fundo da panela só que após algum tempo a água começou a fazer uma corrente de convecção devido a transferência de calor e aí o pedaço de cenoura em que estávamos começa a dançar dentro da panela.

Após algum tempo ali o pedaço de cenoura se expande um pouco e o calor começa a diminuir. Um de nós comenta: **“As cozinheiras provavelmente desligaram a fonte de calor.”** Uma das cozinheiras coloca uma colher prateada dentro da panela, após um tempo, ao tentar pegá-la não consegue. A outra explica que as colheres de metal se aquecem muito rapidamente e pede para ela usar a colher de madeira. Um de nós comenta que: **“na Terra também existem materiais que conduzem bem o calor e outros que são mais isolantes.”** Eu digo: “nós temos conhecimentos avançados sobre como usar essas propriedades dos materiais. Será que os terráqueos também têm?” Nós escutamos o barulho de uma sirene. Em seguida, a seguinte mensagem aparece em nossos dispositivos: **“O jogo está pausado, para prosseguir todos da equipe precisarão compartilhar qual a sua comida favorita.”** Após isso, a cozinheira nos coloca em outro recipiente e o entrega para uma outra pessoa que imaginamos serem os estudantes da escola. Um ser microscópico que estava no prato (a equipe pode sugerir qual era esse ser) fala conosco e explica que foi enviada para nos orientar sobre as próximas etapas, ele(a) diz:

Se vocês já sabem como será o percurso após a ingestão da cenoura pelo estudante sigam para o número 3.

Agora caso queiram continuar descobrindo como essa energia química será aproveitada pelo corpo do estudante sigam para o número 6.

4. PARQUE DE DIVERSÕES

Nós nos aproximamos de uma área grande e retangular e lá dentro observamos vários objetos

batendo uns nos outros. Eu acho que são meios de locomoção dos seres humanos!? O estranho é o fato deles ficarem apenas batendo uns nos outros sem se deslocarem muito. A fotoexploradora leitora lê a fachada do brinquedo e comenta: **“ele se chama carrinho de bate-bate. Parece os veículos de transporte dos seres humanos, mas nesse caso eles apenas brincam com eles. Vamos experimentar!?”** Por sorte não havia fila nesse brinquedo e rapidamente, de dois em dois, nós entramos nos carrinhos. O funcionário explica: **“ele só tem acelerador e direção. Agora coloquem os cintos e se divirtam!”** No começo achamos desconfortáveis, mas aos poucos fomos nos soltando. Seres humanos de todas as idades gargalhavam e batiam em seus carrinhos, seus corpos eram quase lançados para fora. Nós reparamos na existência de fios, que pareciam anteninhas, ligando os carrinhos à uma grande tela metálica localizada no teto, ao longo de toda pista, às vezes, soltava uma faísca no contato entre essa anteninha metálica e a tela. Quando saímos do brinquedo eu comento que prestei atenção em todos os detalhes e compreendi que os humanos aplicaram muitos conhecimentos na elaboração desse brinquedo. Os carrinhos feralmente não se deformam nem nos machucam durante as colisões, porque estão revestidos com borrachas, o que torna a colisão do tipo elástica. O tempo de impacto dos carrinhos é prolongado, por isso, a força de impacto é menor. Um de vocês me pergunta: **“mestre você entendeu o porquê daquelas anteninhas metálicas nos carros?”** O funcionário do parque escuta a pergunta e responde antes: **“o carrinho recebe energia elétrica dessa tela que fica em cima dele. Ele só funciona se estiver ligado a ela. As vezes nós até precisamos fazer manutenção nessa parte.”** Assim que o funcionário termina de falar vocês escutam uma voz que ecoa por todo parque em alto-falantes avisando: “obrigada pela visita! O parque Fisicolândia informa que irá se fechar em 15 minutos. Por gentileza se dirijam ao portão de saída”. Um dos carrinhos de batida, sem ninguém dentro, vem em nossa direção com a seguinte mensagem pintada em seu capô: “vocês receberam 250 moedas energéticas pelos conhecimentos adquiridos no carrinho de bate-bate. O grupo ainda não completou a missão, por isso, não se dirijam para saída como os humanos, sigam para a carta de número 6”.

4. SIDERÚRGICA

Todos juntos “Uhuuu ATIVAR MICRO PARAQUEDAS”. Nós caímos justamente na roupa de um dos funcionários, um fotoexplorador observa o rosto desse funcionário e comenta: **“nossa! Olhe para o rosto deles. Eles estão bem úmidos, vermelhos e brilhantes.”** Outro fotoexplorador diz: **“eles devem trabalhar na manutenção e por isso estão bem próximos da fonte de calor, esse calor também queima a pele, seu corpo tenta eliminar o excesso por meio do suor. Sabia que o corpo humano, se não repor essa água poderá se desidratar?”** Eu peço silêncio para ouvirmos o que estão conversando e assim, entendermos um pouco mais sobre esse lugar. De repente um dispositivo pendurado no pescoço de um dos funcionários apita e eles saem correndo rapidamente. Depois disso um deles comenta: **“ainda bem José que temos esse dispositivo para indicar a concentração de monóxido de carbono. Você já pensou se um dia desses ele não funcionar hein?”** O outro responde: **“aí é morte na certa seu Antônio. Isso é só mais um dos muitos riscos que corremos nessa nossa profissão camarada. Não se lembra do final do ano passado a explosão do moído de coque que matou o nosso amigo.”** “Jamais me esquecerei disso” Eles pausam tristes e pensativos por alguns minutos, um deles tira um jornalzinho do bolso e se vira para o companheiro: **“José, o sindicato me entregou esse informativo. Aqui fala o nome de um monte de poluentes à que estamos expostos com a queima do carvão. Tem cromo, níquel, poeira mineral, tolueno, e por aí vai.”** O colega ao lado começa a tossir e a espirrar. E ele diz: **“está vendo só José. Aquele que está tossindo é o Miguel, eu já falei para usar máscaras, mas por causa do calor ele nunca coloca. Um dia desses eu ainda chamo o técnico de segurança.”** O seu Antônio responde: **“depois eu falarei com ele também. Eu sei muito de siderurgia, mas não pretendo trabalhar por muito tempo nessas condições. Nós conhecemos muitos colegas que se aposentaram por problemas respiratórios e até mesmo câncer de pele.”** O chefe do setor interrompe a conversa pedindo para que voltem ao trabalho e auxiliem no envio de escória para as empresas de cimento. Em seguida o dispositivo em nossos pulsos informa: **“agora cada fotoexplorador da equipe comentará o que achou das condições de trabalho dos “colaboradores de alto-forno”**

Caso todos participem expressando suas opi-

niões vocês receberão 250 moedas energéticas poderão ligar a rampa novamente para que a outra metade da equipe continue sua exploração com a carta de número 8, o mestre ficará se deslocando de uma equipe para outro por meio de um fôtomóvel vindo da luz emitida pela fundição.

Cartas de Número 5

5 UNIVERSIDADE.

Fahrenheit, o cientista que saltou do termômetro da fonte, em uma conversa conosco explica: “Eu estou muito revoltado porque escutei um cientista, chamado Leandro Guia, conversando com outros professores sobre a necessidade de trocarem este termômetro aqui da fonte por um tal de termômetro digital.” Eu, como mestre, senti a necessidade de interrompê-lo: “Se acalme! Primeiramente nós precisaremos conhecê-lo melhor para podermos ajuda-lo na solução desse problema.” Fahrenheit fica vermelho de vergonha pede desculpas pela indelicadeza e explica: “Eu sou um físico e vivi quase toda a minha vida na Holanda. Atualmente permaneço vivo nos estudos sobre termologia. Vocês, por serem seres complexos, conseguiram me acessar nesta dimensão e se comunicarem comigo. Antes de mim os termômetros mais utilizados eram feitos com etanol, me desculpem a modéstia, mas eu revolucionei o sistema de medidas termométricas devido a precisão do termômetro que eu desenvolvi.” Um de nós pergunta: **“Para que serve esse negócio de termômetro? O que o seu termômetro tinha de tão especial?”** Fahrenheit responde: “Vocês realmente não são deste planeta hein!? Por exemplo: aqui na fonte, o calor que vem do sol em forma de onda eletromagnética transporta uma quantidade de energia térmica que, ao entrar em contato com essa parte gordinha do termômetro chamada bulbo, transfere seu calor para o vidro, o qual, transfere seu calor para o mercúrio que está dentro do vidro e esse se dilata subindo nesse tubo fino. Essas numerações ao lado, que se parecem com uma régua, indicam a temperatura do dia. Os termômetros medem a agitação térmica das partículas, isto é, suas energias cinéticas médias. A minha grande contribuição foi justamente por utilizar mercúrio. Agora eles querem usar esse termômetro digital que eu não sei se terá a mesma precisão que o meu. Vocês poderão me ajudar? Tenho a impressão que minha morte tem alguma relação com o

mercúrio. Será que é por isso que eles querem trocar?" Eu, como mestre, achei essa história toda um tanto macabra e por isso decidi não nos envolver nesse problema. Cochicho para saber a opinião de vocês e percebo que também concordam. Por isso peço desculpas ao Fahrenheit explicando que não poderemos ajudá-lo. Ele fica muito furioso e entra novamente no termômetro, e em seguida, sai de lá com uma placa toda prateada com os seguintes dizeres. **"Como vocês não me ajudaram agora só poderão pegar a carta de número 7 caso a equipe consiga explicar a relação entre o mercúrio e a morte de Fahrenheit. Não será permitida consulta e vocês terão 3 minutos para pensarem. Caso não consigam relacionar corretamente as demais equipes lançarão o dado e quem tirar o maior número prosseguirá conquistando território."** (Atenção! Quando o jogo retornar para a Universidade vocês continuarão pela carta de número 7).

5 ESCOLA.

Todos juntos gritaremos: **"ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO!"** Agora estamos do tamanho de um ser humano típico. Atenção! Vamos ativar em nossos dispositivos a camuflagem conforme o uniforme das pessoas desse lugar chamado escola. As cozinheiras se aproximam e nos perguntam: **"o que vocês estão fazendo pisando nas verduras da horta?"** Eu respondo: "Nos desculpem. Nós já estamos voltando pra nossa turma." Todos corremos em direção ao corredor da escola, pelo vidro da porta observamos uma sala diferente com muitas vidrarias e instrumentos. Como tinham vários estudantes, decidimos nos infiltrar no meio deles. Alguns alunos estavam explicando sobre eletricidade e diziam: **"Nós construímos dois exemplos de circuitos, um deles é o circuito em série e o outro em paralelo. Ao ligarmos o interruptor todas as lâmpadas ligadas pelo fio de cobre se acendem, agora nós iremos pedir para um de vocês retirarem uma lâmpada de cada circuito. Deixe me ver... pode ser você novato."** Falou isso apontando para um de nós. Com uma cara de assustado o membro da nossa equipe foi até ele e retirou uma lâmpada de cada circuito. Ele ainda pediu para o nosso fotoexplorador explicar o que aconteceu. Sorte que era o nosso companheiro mais estudioso das tecnologias humanas e por isso conseguiu explicar que: **"As lâmpadas**

do circuito paralelo continuaram acessas mesmo com a retirada de uma delas porque existem outros caminhos para a passagem da corrente elétrica, enquanto que para o circuito em série as lâmpadas se apagaram porque existe apenas um caminho para a corrente elétrica que foi interrompido com a retirada de uma das lâmpadas." Todos da sala aplaudem a explicação de nosso colega fotoexplorador. Agora em nossos dispositivos eletromagnéticos aparecem a seguinte mensagem. Vocês acabam de ganhar 500 moedas energéticas. As palmas são interrompidas pela entrada da diretora na sala, todos estão em silêncio, só vocês conseguem observar um holograma se formando na frente do computador da escola com a seguinte mensagem: **Caso vocês queiram que a diretora note a presença de vocês sigam para o número 9. Se vocês decidirem por ativar os dispositivos eletromagnéticos para não serem notados sigam para a carta de número 8.**

5. PARQUE DE DIVERSÕES

Perto de nós um balão, com o desenho de caveira, estoura e libera um papel que voa e cai bem no meu pé. Eu pego o papel e um de vocês segura no meu braço e fala que acha melhor jogarmos fora, mas eu insisto e faço a leitura da mensagem em voz alta: "para se compreender bem sobre energia em alguns momentos será inevitável a realização de cálculos. A matemática não é uma Casa do Terror como vocês imaginam. Além disso, o medo atrapalha o aprendizado." Uma caveira sai de dentro da Caverna do Terror e anuncia: **"O medo da matemática fez com que vocês não tomassem a melhor decisão. Eu, a caveira medonha do parque de diversões, informo que a partir de agora vocês perderão território para o grupo da siderúrgica, o qual, continuará o jogo."**

Caso a sorte de vocês mude e o jogo retorne ao parque de diversões vocês prosseguirão pela carta de número 9.

5. SIDERÚRGICA

Nessa etapa da missão nós decidimos por ativar nossos dispositivos para ficarmos num nível atômico, comigo, no três, 1, 2, 3: **"ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO"**. Agora três moléculas de gás oxigênio aparecem, elas foram enviadas para nos auxiliarem na missão. Ouvimos

uma voz dizendo: “atenção fotoexploradores! O jogo está pausado até vocês criarem nomes para essas moléculas.” Nós percebemos que o trio de moléculas gasosas fala como em um coral e juntos disseram: “olá! Nós somos moléculas animadas de gás oxigênio e vamos acompanhá-los nessa missão de relacionar energia com os minérios, na verdade, nós participaremos de vários dos processos químicos, mas tentaremos explicar tudo. Somos ótimos professores e redutores químicos!”

O trem chega em uma siderúrgica e nós passamos por um virador de vagões e ao cairmos somos levados para uma grande rampa. Um de nós pergunta para o trio de oxigênio: **“para onde nós estamos sendo levados? O que é aquele negócio gigante soltando uma grande luminosidade pela chaminé bem no centro deste lugar?”** Eles respondem: “nós estamos sendo levados, juntamente com toda essa hematita (minério de ferro), justamente para lá, aquele lugar é o alto-forno da siderúrgica, lá nós seremos derretidos.” **“Derretidos? Nuuuu! O que é isso? Não é muito perigoso?”** Eu os interrompo dizendo: “SIM. Por isso precisarei que vocês ativem rapidamente os dispositivos para colocarmos nossas roupas com proteção termoplasmática. Comigo. 1, 2, 3. ATIVAR TRAJE ESPECIAL PARA MISSÃO”. Em seguida o trio de oxigênio nos alerta: “para explorarem esse lugar nós achamos melhor vocês se dividirem em duas equipes.” Eu converso um pouco em particular com vocês, no fim nós concordamos em nos dividirmos. O trio de oxigênios nos orientam: os que tiverem medo das altas temperaturas, mas não de altura, saltarão agora da rampa rolante seguindo para a carta de número 4, fazendo a leitura em alto som dessa carta. A rampa rolante ficará pausa e só depois da leitura da carta 4 vocês continuarão a caminho do alto forno pegando a carta de número 8.

Cartas de Número 6

6. UNIVERSIDADE

Um de nós abre um livro de filosofia antiga e começa a ler sobre: a água, o ar, o fogo e a terra. E compartilha conosco a seguinte pergunta: “Qual deles é um elemento comum a todos os materiais?” Enquanto pensamos sobre isso outro colega continua a leitura dizendo: “Essas substâncias se juntam pelo amor e a amizade e se separam pelo ódio formando assim tudo o que

existe”. Ao passarmos a página uma voz grossa grita em alto som: **“Não aguento mais essas explicações míticas. Deve haver na natureza al-**



gum tipo de força ou energia que estrutura e liga a matéria? A propósito eu sou Anaxágoras e estou pensando sobre as possíveis sementes formadoras da matéria”. Eu, mestre, assustado com um de nossos fotoexploradores vindo correndo em nossa direção resolvo fechar o livro. O nosso companheiro grita: **“EU ESTAVA LENDO UM LIVRO DE LEUCIPO E DEMÓCRITO E POR ISSO EU JÁ SEI... EU JÁ SEI... A PRÓXIMA ETAPA DESSA HISTÓRIA”.** **“Shuuuuuuuuuu”** nós juntos pedimos para falar mais baixo porque estamos em uma biblioteca. Agora ele continua, mas já com um tom de voz mais baixo, dizendo: **“eles chamaram esse negócio que estrutura a matéria de ...**

Se vocês acham que o nome dessa partícula é átomo dirijam-se para o número 03.

Agora se vocês fotoexploradores acham que a palavra correta é embrião se dirijam para a carta de número 12.

6. ESCOLA

“Olha que interessante! Os seres chamados humanos não conseguem produzir seu próprio alimento. Eles são heterótrofos e dependem de outros seres para sobreviver.” Eu comento isso e, em seguida, um de vocês me pergunta: **“Como você sabe disso?”** Eu respondo: “Porque eles irão nos engolir a qualquer momento.” **“SOCORRO!!!!”** Todos gritam. Eu peço para vocês se acalmarem

porque na verdade eu estou muito curioso para conferir como os seres humanos são por dentro. Eu grito pedindo para vocês se segurarem nos carboidratos da cenoura. Todos nós entramos pela boca do aluno e seguimos atentos a tudo o que acontece. Um de nós pede para ligarmos as luzes dos nossos dispositivos eletromagnéticos. Primeiramente nós observamos o amido que está nos transportando que diminui cada vez mais pela ação de uma enzima da saliva, nós somos jogados de um lado para o outro da boca e em seguida deglutidos. Eu alerto: "ativem suas roupas protetoras para aguentarem o ácido clorídrico do estômago." Agora já não é mais um amido e sim um carboidrato menor chamado maltose que está nos transportando, saindo do estômago somos lançados por movimentos peristálticos ao intestino delgado. Um de nós fala: **"No início eu fiquei com medo, mas agora estou me divertindo. Isso parece um tobogã."** Agora a molécula que estava nos transportando é quebrada por outras enzimas e fica ainda menor, presos à glicose nós atravessamos as vilosidades da parede do intestino e chegamos à corrente sanguínea. Eu alerto: **"cuidado! Se uma célula de defesa nos encontrar nós seremos fagocitados!"** Nós somos transportados até o fígado e a glicose que estava nos transportando se transforma em glicogênio. Quietinhos e armazenados no fígado nós nos perguntamos como iremos sair daqui? Um colega da nossa equipe pede paciência e diz: **"Nós estamos na "moeda energética" do corpo humano. Uma hora ele precisará dessa energia química armazenada. Além disso, olhem para nossos dispositivos eletromagnéticos, indicam que recebemos 250 moedas energéticas descobrindo sobre a energia química utilizada pelo ser humano para sobreviver!"**

No último horário o aluno que nos abrigava dentro do corpo começa a correr jogando handebol na educação física. A molécula de glicogênio em que nós estávamos, por ação de um hormônio vindo do pâncreas e também de enzimas, volta a ser glicose e sai do fígado para a corrente sanguínea até chegarmos nas células dos músculos, onde passará pela cadeia bioquímica da respiração celular com atuação de enzimas na liberação da energia química necessária para o aluno realizar os movimentos. Entretanto, antes de entrarmos para as células musculares eu tenho uma ideia e peço para todos saltarmos juntos para uma molécula de água. Essa molécula de

água estava próxima da pele e, como eu imaginei, nós saímos com ela através de uma glândula sudorípara que estava eliminando muito suor e calor para manter a temperatura corporal. O aluno estava entrando no vestiário quando a gota de suor em que nós estávamos cai no chão. Mal nos recuperamos da queda e nosso dispositivo eletromagnético nos informa:

"Para prosseguirem conquistando território vocês primeiro precisarão comentar um pouco sobre seu esporte favorito e a importância da prática de esportes para o corpo humano. Após isso poderão seguir o jogo pela carta de número 12!"

6. PARQUE DE DIVERSÕES

Já está ficando tarde e a quantidade de pessoas no parque fica cada vez menor, ao passarmos na frente de uma barraquinha, um de nós se admira com a quantidade de coisas coloridas, numeradas e penduradas ao fundo. Em seguida, nos chama para espionarmos aquele lugar, não havia nenhum funcionário por perto. As coisinhas peludas penduradas começam a conversar conosco dizendo: "Me leva ... me tira desse lugar". Nós olhamos uns para os outros assustados e



damos alguns passos para trás e assim conseguimos ler as letras que piscam **"Barraca do tiro ao alvo - Por apenas \$ 5,00 reais você poderá levar um lindo brinquedo de pelúcia para casa!"** Um de vocês repara nas pessoas usando a arma e me pergunta se pode tentar também, quando nos aproximamos um papagaio de pelúcia fala **"Bobo, bobo... mais um bobo. Só uma**

em cada 100 pessoas consegue. Só uma em cada 100 pessoas consegue". O fotoexplorador que queria usar a arma, apesar de nervoso com o papagaio, disse que era corajoso e que tentaria acertar. Foi então que um polvo se mexeu e disse: **"pegue esta arma que está escondida aqui atrás. Com ela você irá conseguir."** O fotoexplorador pergunta: "qual a diferença?" O polvo responde: **"já escutei o funcionário conversando com uma esportista de tiro ao alvo, eles falaram que a arma que fica fixa aí na bancada utiliza uma mola, que por estar velha prejudica na mira, já a outra é mais eficiente por usar ar comprimido. A energia cinética e potencial presentes no movimento das moléculas de ar comprimido é transformada em energia cinética da rolha e também sonora. Confie em mim. Utilize a carabina de ar comprimido. Eu sou um polvo, um dos animais mais inteligentes".** Nosso companheiro de missão se preparou bem, pegou a arma de ar comprimido e mirou no número em cima da cabeça do papagaio, puxou o gatilho e conseguiu libertar a ave. A rolha lançada ainda ricocheteou e libertou vários bichinhos, dentre eles o polvo. O barulho da arma ecoou pelo parque, que já estava fechado e vazio. Nós escutamos um guarda correndo com uma lanterna e gritando: **"quem são vocês? O parque já fechou. Vocês estão roubando brinquedos?"** Assustados, corremos e nos escondemos atrás de algumas sacolas fofas, o guarda não conseguiu nos encontrar, após algum tempo o nosso fotoexplorador bom de mira comentou: **"acho que devemos levar esse objeto chamado arma para a nossa casa".** Eu fecho a cara e digo: "um bichinho de pelúcia tudo bem, agora essa arma está mais para um objeto destrutivo que construtivo, não concordo nem um pouco com essa ideia". Todos da equipe me apoiaram, em seguida, nos deitamos por um tempo, escondidos ali, começamos a sentir uma sensação estranha com nossos olhos ficando pesados e o nosso corpo bem relaxado... Sonolentos... Caímos em um sono profundo após um dia de muitas aventuras. Logo ao amanhecer nossos dispositivos vibram e acordamos assustados, e um de nós diz ser apenas nosso dispositivo com a seguinte mensagem: **"vocês estão prestes a terminarem a missão. Se dirijam imediatamente à cama elástica. Ao chegarem lá vocês pularão juntos ativando simultaneamente seus dispositivos eletromagnéticos para entrarem nos primeiros fotomóveis do dia. Para que isso aconteça pe-**

guem a carta de número 12"

6. SIDERÚRGICA

(Observação: nesta etapa do jogo, caso ainda não tenham colocado, vocês poderão acrescentar diretamente no tabuleiro as cartas de número 2, 3, 9, 10, 11 e 12 ao tabuleiro). Um grande morcego aparece e nos diz: **se vocês chegaram até aqui significa que conseguiram conquistar todas as moedas energéticas necessárias para transportá-los para suas dimensões. Agora vocês colocarão todas essas moedas nas mãos do colega do grupo que tem o maior senso de colaboração, ou seja, que usa seus conhecimentos para ajudar as pessoas ao seu redor, o mestre contará até 3 e vocês ativarão seus dispositivos. Agora preciso voar para minha caverna porque o Sol já está nascendo. Boa viagem! É com você mestre!"** Comigo fotoexploradores no três... 1, 2, 3 todos juntos **"ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO"**. Agora, já invisíveis aos seres humanos, entramos em nossos fotomóveis (ondas eletromagnéticas) vindos do sol e nos deslocamos por um longo caminho. Somos refletidos pela água de um rio e perdemos um pouco de combustível eletromagnético em forma de calor absorvido pelas moléculas d'água. Além disso, as moléculas dos gases da atmosfera também capturam um pouco da energia dos nossos fotomóveis. Em seguida, nossos veículos nos levam até grandes painéis, nós passamos por um vidro com as seguintes anotações "painel fotovoltaico" e nossos fotomóveis começam a arrancar vários elétrons dos metais condutores que, ao se acumularem em diferentes regiões dessas placas, dão origem a um potencial elétrico. Nós, agora, entramos juntamente com essa "nuvem" de elétrons até um fio e depois outro e mais outro fio. Começamos a gritar, mas dessa vez não é de desespero porque depois dessa longa jornada nós já estamos bem corajosos. Na verdade, estamos nos divertindo bastante nesse tobogã de elétrons. No fim, entramos em um fio muito fino dentro de uma lâmpada e uma forte luz é liberada. Eu, mestre, grito: **"Realmente a energia não é criada nem perdida ela se transforma e se conserva. Agora sim nós encontramos uma matriz energética sustentável e podemos nos transportar para nossas dimensões paralelas. Parabéns fotoexploradores! Todos juntos comigo 1, 2, 3... ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO."**

Cartas de Número 7

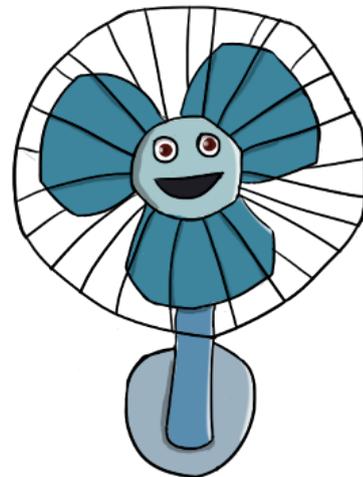
7. UNIVERSIDADE

Nós decidimos seguir sorrateiramente alguns universitários, chegamos em um auditório lotado e ficamos impressionados com a quantidade de pessoas também interessadas em energia. O palestrante fala: **"Para começarmos eu gostaria que alguém explicasse em detalhes o percurso energético que possibilitou a iluminação desse auditório"**. Um membro de nossa equipe levanta a mão para participar, mas eu o repreendo dizendo: "Fica quieto! Ou eles saberão que não somos da universidade. Não quero ter que acionar nosso dispositivo aqui. Pois caso isso aconteça nós ficaremos entrando e saindo do pulmão dessas pessoas". Em seguida uma estudante negra com uma camiseta de engenharia pega o microfone e explica: **"Depende... ela pode ter vindo das usinas hidrelétricas ou das termelétricas. Por serem essas as matrizes elétricas mais utilizadas em nosso país. Em relação ao processo de transformação nas hidrelétricas, este envolve a energia potencial gravitacional da água armazenada em um grande reservatório (que por sua vez causou um grande impacto na fauna e flora da região) se transformando em energia cinética, ao descer e movimentar as grandes turbinas, que por um processo de indução magnética utilizando ímãs consegue gerar eletricidade. A eletricidade foi conduzida até este auditório pelas linhas de transmissão e distribuição. As lâmpadas oferecem resistência a passagem de elétrons, os quais, nesse processo emitem energia em forma de luz."** O palestrante admirado com a explicação da universitária agradece: "Obrigada pela participação, sua fala introduziu muito bem a palestra. Na verdade, eu acho que já podemos ir pra casa." Ele brinca e depois dos risos prossegue: "Todos nós necessitamos dessa forma especial de energia que é a eletricidade. Existem várias fontes, além dessas citadas por você, tais como: A força dos ventos, energia solar, biomassa, nuclear, entre outras." Nós nos impressionamos com fato dos seres terrestres utilizarem a energia do sol **"Como será que eles transformam nossos fotomóveis em eletricidade?"** Um universitário, que estava sentado ao nosso lado, escuta tudo, se levanta e entrega ao mestre uma carta contendo as seguintes informações:

Por participarem dessa palestra vocês acabaram de receber 500 moedas energéticas. Entretanto, agora fotoexploradores vocês precisarão retornar para a fonte da universidade para realizarem uma longa e desafiadora viagem subatômica, sigam pela carta de número 10.

7. ESCOLA

O barulho da sirene está cada vez mais baixo e, na tentativa de descobrirmos sua origem, nós chegamos até uma sala com uma pessoa em cima de uma escada fazendo alguns furos na parede. Quando percebe a nossa presença a pessoa desliga a furadeira em seguida, por distração, acaba colocando a mão na broca e por reflexo retira rapidamente falando que broca estava quente. Nós somos alunos novos e ainda não sabemos o seu nome? E ele responde: **"João Marcos, mas podem me chamar de Marquinho"**. De curiosidade eu peço para ele explicar como funciona a ferramenta em suas mãos. Ele fala: **"ela tem uma bateria que armazena**



energia e dentro dela tem um motor capaz de transformar essa energia da bateria em movimento giratório de uma broca afiada que irá furar a parede." "Interessante!" Eu exclamo e completo dizendo: "o atrito da broca com a parede liberou energia térmica. Né!? Por isso você não conseguiu segurar a broca, ela estava quente." **Verdade!** O Marquinho disse isso fazendo um semblante curioso. Eu pergunto por que ele está furando a parede? E ele explica que: **"é para**

colocarem uma cortina já que o vidro é transparente e a luz está passando por ele e sendo refletida pelo quadro. Motivo das reclamações feitas pelos alunos dessa sala.” Além disso, com a chegada do verão a diretora me pediu para instalar mais um ventilador aqui. Nos despedimos do Marquinho e entramos na sala ao lado, ela estava vazia, mas de repente nós escutamos uma voz estranha dizendo: vocês acham que... realmente... sususususuusuu... já sabem tudo sobre energia... aqui na Terra... quero ver se sabem... quais transformações... acontecem em mim suuusuuusuuuu.” Quem está falando? Eu pergunto. “ Sou eu... sususususu... aqui em cima... o maior ventilador desse lugar.” Um integrante da nossa equipe responde: **“Assim como o chuveiro o senhor deve funcionar com energia elétrica, mas... eu não sei em qual energia a elétrica se transforma. O senhor poderia nos revelar esse segredo?”** Ele nos responde: “Eu sou muito potente suuusuuusuuuu... e capaz de transformar a energia elétrica em ... em... energia cinética. Agora corram... suuusuuusuuuu... sigam para a carta de número 10... suuusuuusuuuu... para vocês entenderem sobre a lei da conservação. Só que antes... façam a gentileza de me desligarem já que não tem ninguém se servindo do meu trabalho... eu já estou precisando tirar uma soneca... suuusuuusuuuu.” Não quisemos duvidar desse velho, mas imponente ventilador, desligamos a chave do interruptor e seguimos suas instruções para a nossa jornada.

7. PARQUE DE DIVERSÕES

Nós nos aproximamos de um grande barco sombrio e um pirata fantasma aparece gritando: **“ahaaa! Eu sou um pirata morto, mas muito esperto e não resisto a uma boa moeda. Nesta etapa eu cheguei antes e sequestrei todas as moedas energéticas, vocês acabam de perder território ahaaaaa, joguem o dado:**

Se sair o número 1 ou 2 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da siderúrgica.

Se sair o número 3 ou 4 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da universidade.

Se sair o número 5 ou 6 quem irá continuar o jogo será a equipe de fotoexploradores da escola.”

(Virem essa carta no tabuleiro em cima do nú-

mero correspondente. Quando o jogo retornar para a escola vocês prosseguirão lendo a carta de número 10).

7. SIDERÚRGICA

O mais curioso de nós, ao perceber que todos os vagões estão carregados com o mesmo material, resolve me perguntar: **“qual a composição dessas rochas escuras e pontiagudas debaixo de nós?”** Eu digo: “eu também não conheço. Vamos apontar nossos dispositivos eletromagnéticos para compreendermos melhor.” Ao escanearmos o material o dispositivo de nossos pulsos emite uma voz robótica com a seguinte mensagem: **“mineral chamado hematita. Composição química: é um óxido formado pela ligação de três átomos de oxigênio ligados à dois átomos de Ferro. Seu nome vem do grego e significa sangue. Em pó sua cor é avermelhada. Formado por átomos de ferro e oxigênio. Pertence ao grupo dos óxidos. É um dos minerais mais abundantes no planeta Marte. Na Terra é explorado economicamente para retirada do Ferro!”** O fotoexplorador curioso vibra e grita de alegria: **“ótimo! Nós estamos no caminho certo!”** Eu peço para todos me acompanharem e assim, de vagão em vagão, saltamos até a cabine mais à frente, eu estou curioso para saber se o trem se locomove sozinho ou se precisa ser controlado por um ser humano. Sorrateiramente entramos por uma janela do trem e lá está um senhor negro por volta dos seus 50 anos que se assusta com a nossa presença repentina e pergunta: **“quem são vocês?”** O que suponho ser o maquinista fica congelado como uma estátua e no painel do trem aparece a seguinte mensagem: neste momento o jogo está pausado e cada integrante deve descrever as vestimentas e a personalidade do seu fotoexplorador, juntos vocês precisarão criar uma explicação rápida para justificar para o maquinista sobre a presença de vocês ali no trem.

Após isso, o maquinista descongela e falamos para ele nossa justificativa e em seguida ele se apresenta: **“meu nome é Wilson. Eu trabalho nesta empresa de mineração e transportes desde os meus 20 anos!”** Um de nós comenta sobre a quantidade de alavancas e botões. Wilson diz: **“realmente! Eu precisei fazer um curso sobre locomotivas movidas à diesel. No início o trem era uma máquina à vapor. A gente trabalhava muito. Os maquinistas colocavam o**

combustível para queimar, geralmente lenha ou carvão mineral, o calor aquecia a água e seu vapor quente realizava uma força no cilindro e assim movimentava o pistão e consequentemente os eixos das rodas. Com a modernização dos motores de combustão internos o trabalho ficou mais tranquilo.” Nós escutamos alguém batendo em algo e ao olharmos para a janelinha da porta interna da locomotiva visualizamos alguém com gestos rápidos pedindo para abriremos a porta. Na porta, logo abaixo da janela, aparece a seguinte mensagem:

Caso vocês decidam por me abrir, mesmo sabendo que não têm autorização para estarem ali, sigam para a carta de número 2.

Agora caso queiram continuar aqui na cabine ouvindo um pouco mais de histórias com o senhor Wilson sigam para a carta de número 10.

Cartas de Número 8

8. UNIVERSIDADE

(Observação: Caso ainda não tenham passado pelas cartas 2, 5, 7, 11 e 12 neste momento vocês poderão acrescentá-las diretamente ao tabuleiro). Nossos dispositivos eletromagnéticos apitam com a seguinte mensagem: **Se vocês chegaram até aqui significa que conseguiram conquistar todas as moedas energéticas necessárias para transportá-los para suas dimensões. Agora vocês colocarão as moedas nas mãos do colega da equipe que tem o maior senso de colaboração, ou seja, que usa seus conhecimentos para ajudar as pessoas ao seu redor. O mestre irá contar até 3 e vocês ativarão seus dispositivos.**

Eu irei contar até três e juntos iremos para a última fase dessa missão, vamos lá... 1, 2, 3 **“ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO”**. Agora, já invisíveis aos seres humanos, nós entramos em nossos fotomóveis (ondas eletromagnéticas) vindos do sol e nos deslocamos por um longo caminho. Somos refletidos pela água de um rio e perdemos um pouco de combustível eletromagnético em forma de calor absorvido pelas moléculas d'água. Além disso, as moléculas dos gases da atmosfera também capturam um pouco da energia dos nossos fotomóveis. Em seguida, nossos veículos nos levam até grandes painéis, nós passamos por um vidro com as seguintes anotações **“painel fotovoltaico”** e nossos fotomóveis começam a arrancar vários elétrons dos metais condutores que, ao se acumularem em

diferentes regiões dessas placas, dão origem a um potencial elétrico. Nós, agora, entramos juntamente com essa **“nuvem”** de elétrons até um fio e depois outro e mais outro fio. Começamos a gritar, mas dessa vez não é de desespero porque depois dessa longa jornada nós já estamos bem corajosos, na verdade, estamos nos divertindo bastante nesse tobogã de elétrons. No fim, entramos em um fio muito fino dentro de uma lâmpada e uma forte luz é liberada. Eu, mestre, grito: **“Realmente a energia não é criada nem perdida ela se transforma e se conserva. Agora sim nós encontramos uma matriz energética sustentável e podemos nos transportar para nossas dimensões paralelas. Parabéns fotoexploradores! Todos juntos comigo 1, 2, 3... ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO.”**

8. ESCOLA

Vocês fizeram a escolha errada ao optarem por ativar o dispositivo na frente de todos, isso causaria grande estranhamento e comprometeria a missão. Durante esta jornada vocês não poderão se esconder o tempo todo, pelo contrário, precisarão de muita coragem para se arriscarem na forma humana e compreenderem melhor os processos envolvendo energia aqui no planeta Terra. Por isso, não ganharão moedas energéticas e ainda perderão território para a equipe de fotoexploradores do parque de diversões.

(Quando o jogo retornar para a escola vocês prosseguirão pela carta de número 9).

8. PARQUE DE DIVERSÕES

Um de nós percebe muito água saindo dos nossos corpos e diz: **“estranho... mesmo no formato humano nossos corpos ainda estão superaquecidos com o processo de transformação para o nível macroscópico. O que faremos?”** Em seguida, outro fotoexplorador da nossa equipe observa uma trilha em uma região mais verde e nos chama para acompanhá-lo, ao entrarmos na mata nós observamos nitidamente uma mudança de temperatura. A fotoexploradora estudiosa sobre o planeta Terra explica: **“eu já li sobre esses ambientes aqui da Terra esse deve ser um dos poucos fragmentos de seres vegetais e outros animais que sobreviveram à exploração do planeta pelos seres humanos. Esses seres**

verdes são as plantas, elas protegem o ambiente do vento e também concentram a umidade desse riacho que está passando ali embaixo." Eu confirmo: "Ah! Por isso, esse microclima diferente." Nós continuamos pela trilha até que nos deparamos com um jacaré esverdeado com grandes olhos brilhantes e uma enorme boca cheia de dentes afiados. Ele começa a conversar conosco: **"sejam bem-vindos a este planeta! Eu sou um réptil e a temperatura do meu corpo se regula de acordo com o ambiente, por isso me escondo do sol nas horas mais quentes do dia. Agora como vocês estão nos corpos humanos não precisarão ficar aqui na mata por muito tempo, os seres humanos são homeotérmicos e até certo limite, por meio de seu metabolismo, conseguem manter sua temperatura corporal constante na presença de variações da temperatura do ambiente. Agora se aproximem de mim para que eu possa observar a temperatura de seus corpos."** Um gavião carcará pousa em uma árvore ao nosso lado e diz com sua voz grave e imponente: **"não cheguem perto desse jacaré. Ele pretende devorá-los. A energia química dos seus corpos entrará em nossa cadeia alimentar. Corram imediatamente de volta ao parque de diversões."** Corremos rapidamente em direção ao parque e ao chegarmos lá nosso dispositivo eletromagnético informa: Vocês receberam 250 moedas energéticas por entenderem um pouco da relação entre os corpos dos animais e o calor do ambiente. Entretanto, para seguirem com sua missão cada fotoexplorador precisará explicar um pouco sobre seu avatar humano descrevendo sobre sua personalidade e sua aparência. Após essa criação detalhada vocês seguirão para a carta de número 3.

8. SIDERÚRGICA

A rampa rolante se liga novamente e nós, fotoexploradores, juntamente com o trio de oxigênios animados, vamos rumo à chaminé do alto forno, sem nos esquecermos claro das toneladas de hematita que também estão sendo levadas pela rampa rolante. Um de nós pergunta para os oxigênios: **"qual é o combustível utilizado para manter o alto-forno?"** Eles respondem: "o carvão mineral. Só que para ser usado no alto-forno o carvão passa por uma exposição a temperaturas de até 1300 °C. A parte gasosa sai e a substância cinzenta e esponjosa que fica é chamada de coque. Esse coque é o combustível queima-

do no alto-forno." Um de nós observa curioso a existência de substâncias diferentes na rampa. O trio de oxigênio comenta: "além de minério de ferro também estão subindo o coque e o calcário (CaCO₃)". Eu reparo que já estamos a uma altura considerável do chão e digo: "atenção! Nós estamos chegando". De repente Uhuuu! Muitos gases e também muito brilho. Todos nós gritamos bastante ao cairmos dentro do alto-forno. O trio de oxigênios dizem: **"nós estamos passando pela goela do forno, em seguida passaremos pela cuba e pelo ventre. Nós iremos nos separar logo logoooo"**. Ele mal terminou de falar isso e foi capturado por um carbono, que subia da queima do combustível. Ele saiu gritando **"Uhuu! Acabei de participar de uma reação química que liberou muito calor. Agora me chamem de monóxido de carbono. Que sinistro eu acabo de me tornar um gás tóxico!"** Sua alegria durou pouco porque, em seguida, ele se tornou um gás carbônico ao retirar o oxigênio da hematita (Fe₂O₃). A hematita agora foi reduzida a Ferro. O oxigênio grita para os companheiros que ficaram para trás: **"adeus! Eu pelo menos sairei por cima. Cuidado porque se não vocês virarão escórias!"** A dupla de gás oxigênio que ficou para trás ainda estava rindo de toda situação quando também foi capturada por outras moléculas de carbono, participaram de reações e fizeram parte do gás carbônico. Ao descerem para regiões mais quentes do forno se ligaram ao calcário e se transformaram na escória (CaSiO₃). Conseguiram emitir a seguinte mensagem: **"ouçam fotoexploradores por entenderem que as reações químicas também liberam energia vocês receberão 500 moedas energéticas. Se seguirem aos átomos de fósforo, eles continuarão com o Ferro. Cuidado com as ventoinhas... No passado elas injetavam ar frio, mas agora, para economizar combustível elas injetam ar aqueeeiiiidoooo"** Todos os fotoexploradores gritam juntos: **"VOCÊS FORAM INCRÍVEIS! OBRIGADA!"** Eu comento com vocês o quanto achei interessante a corrente de convecção que se forma aqui dentro, Uhouu Uhouu nós estamos subindo e descendo em círculos. Os gases se aquecem na região da combustão e por isso se expandem e o ar que estava mais em cima desce e ocupa seu lugar, os gases perdem calor para o ferro que ficará líquido e depois seguem para a parte superior da chaminé. Depois dessa conversa subindo e descendo nosso dispositivo apita com a seguinte mensagem: "vocês estão a uma tem-

peratura de 1600 °C. O ferro agora está em seu estado líquido. Se vocês conseguirem explicar a diferença entre ferro e aço seguirão para a carta de número 6. Agora, caso a equipe não consiga explicar, precisará ir imediatamente para a carta de número 9.”

Cartas de Número 9

9. UNIVERSIDADE

Ao chegarmos na quadra da universidade, nós nos deparamos com alguns alunos segurando arcos e flechas. Um de nós chama a atenção para os círculos coloridos pendurados do outro lado da quadra: Os alvos. O professor explica que ali os alunos e as alunas estarão na prática relacionando alguns conceitos de física. Eu, o mestre, pergunto para o professor se nós poderemos participar da aula e também peço para lançar uma flecha. Ele autoriza nossa participação, me entrega o instrumento e pede para todos se posicionarem atrás da linha dos arqueiros. Eu estou transpirando muito. O professor fala: **“Atenção! Alunos arqueiros apoiem suas flechas nos cordões do arco. Nesse momento ao deslocarem o cordão para trás a força aplicada por suas mãos realiza um trabalho. A energia química dos seus músculos se transforma em energia potencial elástica, armazenada neste cordão tensionado.”** Para falar a verdade, além do cordão, eu também estava bem tenso já que nunca havia feito isso. O professor continua: **“Concentrem-se! Eu precisarei que vocês façam com que o cordão aplique uma força na**



flecha para que ela realize o trabalho e chegue ao alvo. Por isso, juntos comigo, no três, vocês lançarão a flecha. Preparados? 1, 2, 3 LANÇAR!” Que vergonha... a minha flecha foi parar em uma árvore próxima à quadra e eu percebi que era mais complicado do que pensava. Todos estavam nos divertiram com aquela situação! Eu também caio na risada e falo bem alto: “Entendi... entendi... Sempre que uma força realiza trabalho ocorre transformação de energia!!! Eu adorei essa aula”. O professor se aproxima e entrega um papel escrito com letras vermelhas “avaliação”. Ao abrir nós começamos a pular porque está escrito: **“Vocês acabam de ganhar 500 moedas energéticas. Agora precisarão parar um pouco para compartilhar com a equipe o nome do livro mais interessante que você já leu e só assim poderão retornar para a porta da biblioteca e de lá procurarão a fonte da universidade. Sigam para a carta de número 4.”**

9 ESCOLA

- A diretora nos olha fixamente e pede para que a acompanhem. Assim que saímos da sala, ela nos pergunta: **“Quem são vocês? Como conseguiram entrar aqui na escola?”** Entretanto, antes de inventarmos uma história, a secretária da escola chega agitada falando que todos os familiares estão esperando a diretora no salão. A diretora exclama: **“Nossa! Eu estava me esquecendo dessa reunião extraordinária com os responsáveis e estudantes do tempo integral! Agora vocês não saiam das minhas vistas, já sei, vamos comigo para o salão e depois conversaremos sobre esse uniforme da escola e essa invasão estranha sem a minha autorização.”** Todos seguimos para o salão. Chegando lá a diretora começa a falar sobre a razão da reunião: **“A escola recebeu um comunicado do estado avisando que o consumo de energia está acima do necessário para uma instituição do tamanho da nossa.”** Na sequência, ela convida a tesseira da escola para explicar melhor sobre os gastos. Segundo ela os principais consumos de energia envolvem a existência de uma geladeira muito antiga na cantina e também o uso dos chuveiros no vestiário. Ela apresenta algumas informações numéricas: **“A geladeira consome em média 150 kw por mês, como a companhia energética cobra em média 0,70 centavos por kW, a escola está pagando R\$ 105,00 reais só do consumo de uma geladeira. Em relação aos**

chuveiros nós temos três deles no vestiário e são utilizados principalmente pelos alunos do tempo integral, eu já prestei atenção e eles ficam ligados mais ou menos 1 hora e 30 minutos por dia quando multiplicamos isso pelos 20 dias do mês nós temos 30 horas de uso dos chuveiros. No mês os chuveiros correspondem a um gasto de 495 kW de energia, na prática R\$ 350, 00 da conta da escola.” A diretora pega novamente a palavra e passa para o momento de sugestões, um pai sugere a realização de um evento para arrecadação de doações para a troca da geladeira por uma nova. Um aluno sugere para que os monitores ou os próprios alunos coloquem despertadores nos celulares para avisar sobre o tempo do banho. Apesar de estarmos até achando interessante as discussões da reunião, eu percebo que precisamos fugir porque senão nós seremos interrogados pela diretora, aproveitando um momento de agitação da reunião nós saímos rapidamente para o corredor, sentimos um aroma agradável que acaba nos levando até a cantina da escola. Nosso dispositivo apita com a seguinte mensagem: **“Pelos conhecimentos da reunião vocês ganharam 250 moedas energéticas e poderão prosseguir na conquista de território pegando a carta de número 6. Agora todos juntos ativem os dispositivos.”** Comigo 1, 2, 3 ... gritem... **“ATIVAR DISPOSITIVO ELETRO-MAGNÉTICO”**. Ops! Uma falha inesperada aconteceu e nós acabamos caindo na sopa de uma aluna que passava por ali, sigamos pela carta de número 6.

9. PARQUE DE DIVERSÕES

Do outro lado do parque nós avistamos uma grande torre em que as pessoas são elevadas até seu topo e em seguida despencam em queda livre até quase o chão. O mais corajoso de nós fala: **“vamos... vamos até lá. Por favor! Com certeza nós iremos descobrir muitas coisas para ganharmos moedas energéticas”**. Eu organizo uma votação e a maioria decide por ir até aquela Torre gigante. O nome do brinquedo é La Tour Eiffel, conhecido também como Torre que cai, repentinamente somos surpreendidos por uma figura com a cara pintada e um cabelo colorido. A fotoexploradora mais estudiosa da equipe se vira para a criatura e diz: **“já sei... os humanos te chamam de palhaço!?”** O palhaço responde: **“Isso mesmo garota esperta! Eu fui enviado para avisá-los que vocês só poderão**

andar nesse brinquedo se conseguirem decifrar o seguinte enigma.” Em seguida, ele retira uma flor do bolso, solta uma gargalhada bem alta e lança o objeto em minha direção. Eu me assusto com aquilo, mas ao me virar novamente na direção do palhaço, ele já havia desaparecido e nós escutávamos sua risada cada vez mais distante. Dentro da flor havia um bilhete com o seguinte enigma: **a energia também é conhecida como aquilo que torna algo capaz de realizar trabalho. Um objeto também armazena energia com base em sua posição em relação a outro objeto. Não se esqueça que se pode descobrir a energia potencial gravitacional multiplicando-se a massa dos corpos pela gravidade e também pela altura ($E_p=m.g.h$). Descubram a quantidade de Energia Potencial Gravitacional (E_p) do vagão no ponto mais alto do brinquedo. Sabendo que a massa total de vocês fotoexploradores, juntamente com o vagão, é de 1000 kg, que a gravidade do planeta Terra é de aproximadamente 10 m/s² e que o brinquedo tem 110 metros de altura.**

Se o resultado da conta for menor que 1.000.000 Joule se dirijam para a carta de número 7.

Caso o resultado tenha sido um valor maior que 1.000.000 Joule se dirijam para a carta de número 10.

9. SIDERÚRGICA

Todos nós que estávamos dentro do forno nos seguramos aos átomos de fósforo e saímos por furos da parte de baixo do alto forno, juntamente com o ferro fundido. Já as substâncias da escória, por serem menos densas, saem nos canais mais acima. Enquanto isso, a outra parte da nossa equipe, que estava na roupa dos funcionários, se joga no tanque de água utilizado para refrigeração do alto forno e descobrem que sem esse sistema os tijolos refratários e aços utilizados na fabricação do forno não resistiriam à dilatação devido às altíssimas temperaturas. Nós, fotoexploradores, saltamos de um tanque de água para outro, a água agora vai se aquecendo cada vez mais ao se aproximar de gigantescas barras de ferro líquido e brilhante. De repente escutamos: **“nós estamos aqui nessa barra de ferro.”** A outra parte da equipe, que estava no alto forno, grita pedindo para nos juntarmos a eles. Nós saltamos em direção aos átomos de ferro até porque as moléculas de água estavam evaporando ao retirar calor do ferro. Aos poucos, o ferro-gusa

se resfria e assim se solidifica. Nós agora estamos felizes com o fato de ter a equipe unida novamente. As barras de ferro são colocadas em caminhões. Em cima dos caminhões eu acho melhor ativarmos o dispositivo para voltarmos ao tamanho e forma humana. Todos juntos 1, 2, 3... **ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO.** Um boneco cheio de articulações metálicas sobe pelas frestas das barras de ferro. Um de vocês pergunta: **"você é um mensageiro feito de aço?"** O boneco responde: **"quem me dera ser de aço. Isso seria bem legal e daria uma liga! Minhas partes são de ferro-fundido. Eu na verdade quase virei aço, mas acabei ficando preso nesse caminhão. As outras sucatas de ferro conseguiram cair na fábrica e em um processo de aquecimento receberam carbono e se transformaram na liga metálica que vocês chamam de aço. Pensem... eu provavelmente não me enferrujaria mais porque receberia cromo na formação do aço!"** Enquanto o boneco estava com um ar todo sonhador um de vocês repara em uma mensagem escrita na barriga do boneco de ferro que dizia: **"atenção fotoexploradores! Comigo vocês acabaram de aprender que ferro e aço não são a mesma coisa. E o mais importante! É possível fazer aço de sucatas de ferro, em um processo de reciclagem. Isso diminuiria a extração de minérios do planeta Terra. Por essa incrível, mas pouco utilizada solução, vocês acabaram de receber 500 moedas ener-**



géticas." O boneco observa um caminhão cheio de sucatas, se despede de nós e salta sobre ele. O dia está raiando e o nosso dispositivo projeta

um holograma com a mensagem: **"vocês completaram a missão. Peguem carona no primeiro fotomóvel do dia e assim poderão conhecer uma tecnologia construída por humanos mais conscientes. Sigam para a carta de número 6."**

Cartas de número 10

10. UNIVERSIDADE

Na fonte, nós nos empolgamos um pouco e começamos a jogar água para cima, um de nós chama a atenção para a gota de água que espirrou em uma parte metálica da fonte. **"Olhem as gotas estão simplesmente desaparecendo. Será que a água também tem um dispositivo para diminuir de tamanho?"** Eu tenho uma ideia e digo: **"Vamos sair da fonte e com um pouco de água em uma de minhas mãos ficaremos perto dessa parte metálica aquecida e em seguida ativaremos nosso dispositivo. O que vocês acham?"** **"Ótima ideia!"** Todos concordaram e imediatamente partimos para a ação. **"Juntos então... 1, 2, 3 ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO!"** **"Nossa! As moléculas de água estão ficando cada vez mais agitadas!"** De repente a quantidade de água vai diminuindo cada vez mais. Um de nós grita. **"Rápido! Se segurem no átomo de hidrogênios da água!"** As moléculas começam a se mexer rapidamente e quando nós menos esperamos PUUUUUUUUU elas se desprendem para atmosfera. Nós estamos desesperados porque estamos nos distanciando cada vez mais uns dos outros. Todos gritam. **"Socorro!!!"** Eu já não sei o que fazer, pois o dispositivo só funciona se estivermos juntos. Agora todos subimos pela atmosfera presos ao vapor de água. Ao chegarmos nas partes mais altas da troposfera percebemos um ar frio e sentimos uma perda de energia. Uma molécula começa a se juntar com outra e mais outra e outra molécula de água. Formando pequenas gotinhas líquidas (as nuvens), aos poucos conseguimos nos reunir. As nuvens ficam escuras e escutamos barulhos assustadores de trovões, um feixe de elétrons nos atravessa. Eles nos arrastam bruscamente até o para-raios da universidade. No momento em que estávamos quase chegando ao para-raios da universidade conseguimos gritar **"ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO!"** Agora estamos no telhado da universidade em meio a uma forte chuva e correndo para nos abrigarmos em uma parte do telhado. Após um

tempo a chuva passa e aos poucos observamos um lindo feixe colorido no céu. Nós escutamos uma grande quantidade de pássaros cantando e de repente uma andorinha solta um pergaminho bem em cima de nossas cabeças. Eu desenrolo o papel e peço para que um membro da equipe faça a leitura: **Vocês foram corajosos, por isso, receberão 500 moedas energéticas. A missão de vocês está chegando ao fim sigam para a carta de número 8.**

10. ESCOLA

Andando pelo corredor da escola nós nos deparamos com duas pessoas de uniformes diferentes trocando as lâmpadas. Eles pedem para esperarmos um pouco, um de nós pergunta: **“vocês trocarão todas as lâmpadas da escola?”** O rapaz responde que sim e nós questionamos o porquê desse trabalho todo. Ele explica que apesar das lâmpadas incandescentes terem uma potência maior elas são antigas e tem um tempo de vida útil pequeno. Além disso, elas convertem mais energia elétrica em térmica e por isso se esquentam mais, um de nós pergunta: **“a energia se perde em forma de calor?”** O rapaz responde: **“Na verdade se somarmos a quantidade de energia luminosa e térmica (transformadas pela lâmpada) será igual a energia elétrica do sistema. Por isso, não acho que “perda” seja a palavra correta, melhor seria transformação ineficiente ou inoportuna.”** Eles nos pedem para segurarmos as lâmpadas antigas e um de nós repara que elas têm um fio bem fino retorcido dentro e pergunta se as novas lâmpadas também são assim. O outro rapaz que estava em cima da escada olha para baixo e explica: **“as lâmpadas do tipo fluorescentes têm vapores de mercúrio ou sódio e com a ligação na eletricidade uma alta tensão surge em seu interior e consegue arrancar elétrons dos átomos e isso emite fótons de luz.”** Um de nós se empolga e fala bem alto: **“esses fótons nós conhecemos muito bem! São nossos veículos de transporte. Foi com eles que nós chegamos aqui.”** O rapaz da companhia energética faz uma cara de espanto e pergunta: **o que você disse? Que história é essa?** Eu dou uma disfarçada, agradeço e pergunto se já podemos seguir até o final do corredor. Um dos rapazes responde que sim e pede para levarmos algumas lâmpadas antigas até uma grande caixa no final do corredor, enquanto nós estávamos caminhando com as lâmpadas na mão uma de-

las se acende e projeta um jogo de luz e sombra na parede do corredor com a seguinte mensagem:

Vocês receberam 200 moedas energéticas pela ajuda, agora sigam rapidamente para a carta de número 11.

10. PARQUE DE DIVERSÕES

Um senhor sorridente se aproxima e diz: **“o grupo conseguiu decifrar o valor da Energia Potencial Gravitacional presente no brinquedo “Torre que cai”! Por isso, vocês ganharam 250 moedas energéticas e terão a honra de andar nesse brinquedo incrível que desafia os limites do medo.”** Nós nos sentamos bem animados e apertamos bem o sintô, na medida em que as cadeiras se elevam, nós temos a sensação de estarmos balançando os pés para todo o planeta e aos poucos as pessoas, as tendas e os veículos lá embaixo vão ficando cada vez menores. O brinquedo para e todos começam gritar, com os braços para cima nós descemos em queda livre, com um movimento acelerado que do meio para o fim é interrompido pela ativação de um sistema de freios para diminuir a velocidade. Nós descemos desse brinquedo com nossas roupas e cabelos bem bagunçados, mas felizes por termos vivenciado essas intrigantes sensações humanas. Um de nós exclama: **“os humanos sabem mesmo como se divertir!”** Eu pergunto: **“que cheiro é esse? Um outro fotoexplorador responde: “Não sei o que é, mas deve vir daquele som.”** Todos nós seguimos o barulho POP, POP, POP... Uma vendedora ao lado de um carrinho oferece uma substância branca para os clientes e assim que nós nos aproximamos ela se vira em nosso sentido e diz: **“para vocês o lanche será gratuito! Eu sei sobre a missão de vocês aqui neste planeta.”** Estranhamos um pouco, mas, como estávamos com fome, não recusamos aquele alimento. Um de nós saboreia o alimento e pergunta: **“Hum muito bom! O que é isso?”** A vendedora, enquanto pega um milho para nos mostrar, responde: **“é pipoca! Ela é feita desse milho que estoura com o calor e fica assim.”** Eu comento: **“nossa! Ele muda muito.”** A vendedora diz: **“por curiosidade eu já li sobre isso. Dentro do milho tem água que se evapora, mas não sai porque a casca é bem resistente, só que com o aumento do calor dentro da panela a pressão dentro do milho aumenta ele não resiste e estoura liberando o vapor de água e também**

uma outra coisa que eu me esqueci... eu acho que se chama... amido." Eu prossigo nossa conversa dizendo: "é! O calor pode realmente modificar alguns materiais aqui na Terra! Eu quero um pouco mais. Adorei esses flocos brancos chamados Pipocas!". Nosso dispositivo eletromagnético vibra com a seguinte mensagem: **"A missão está pausada. Para receberem mais 250 moedas energéticas cada fotoexplorador precisará falar um pouco sobre suas comidas humanas favoritas, experimentadas por vocês em missões anteriores e também precisarão liberar a criatividade para explicar sobre suas comidas interplanetárias favoritas". Após isso, seguirão para a carta de número 11.**

10. SIDERÚRGICA

O maquinista Wilson nos conta: **"minha família tem uma longa história na mineração, principalmente na extração do ouro. Meu bisavô contava casos do final do século XVII. Época em que a corrida do ouro começou na região de Ouro Preto, Mariana, Sabará e Caeté."** Um fotoexplorador pergunta: "por que esse minério, o ouro, é tão importante para os humanos?" O senhor Wilson pensa um pouco e diz: **"até parece que vocês não são desse planeta. O ouro é um metal maleável, raro, altamente resistente à corrosão e com um brilho incrível por isso nós humanos o valorizamos tanto, muitas pessoas arriscaram suas vidas por uma pepita de ouro."** O fotoexplorador fica pensativo e comenta: "estranho. Bem intrigante isso!" Seu Wilson continua: **"a mineração acontecia a céu aberto nos rios. Meu bisavô veio da África e falava que o nosso povo é quem ensinou de verdade como se deveria fazer uma boa mineração. Ele dizia que muitos instrumentos foram pessoas escravizadas que trouxeram como, por exemplo, a tão utilizada bateia."** Eu pergunto: "me desculpe a ignorância, mas por que esses homens eram chamados de escravos?" Seu Wilson fica emocionado ao pensar no sofrimento do seu bisavô e em seguida fala: **"me desculpem, mas não pude me conter. A escravidão existiu, e em alguns lugares ainda permanece, porque alguns seres humanos se consideram superiores a outros a ponto de oprimirem e violentarem outras pessoas caso não façam a sua vontade. Trabalho forçado mesmo. É atormentador pensar na história violenta desse país, mas eu acho essa nossa conversa importante, sabe as pessoas**

não estão escutando muito os mais velhos. Não podemos permitir que a história se apague, isso só reforçaria preconceitos e opressões presentes até hoje no povo brasileiro." Eu fico assustado e indignado com esse comportamento humano e digo: "de onde viemos isso nunca aconteceu porque nós valorizamos a diversidade dos seres, promovemos o acesso aos conhecimentos e aos recursos e respeitamos os conflitos de ideias. Não é mesmo fotoexploradores?" SIM. Todos confirmam e eu continuo: nós defendemos a tolerância no lugar da ignorância. Um de nós ainda pergunta para seu Wilson: "seu bisavô foi escravizado a vida inteira?" Seu Wilson responde: **"ele não, mas muitos sim. Nessa época algumas das pessoas escravizadas com conhecimentos de mineração e fundição recebiam uma certa quantia e após um tempo conseguiam comprar sua liberdade. Eu tenho muito orgulho das minhas origens! Ele foi um guerreiro."** Um fotoexplorador olha pela janela e grita: "o que é aquele fogo enorme saindo por aquela chaminé?" Seu Wilson responde: **"Ué!? Aquele é o destino desse trem, nós estamos quase chegando lá. A conversa está boa, mas eu acho melhor vocês retornarem para o vagão de origem. Meu chefe não irá gostar nada dessa quantidade de pessoas aqui no controle da locomotiva."** Nós nos despedimos do seu Wilson, e em seguida, subimos a escada externa para cima do vagão. Ao chegarmos no vagão, cheio de hematita, nos deparamos com uma serpente com faixas brancas, pretas e vermelhas, ela tenta se comunicar conosco e mesmo colocando sua língua o tempo todo para fora diz: **"atenção fotoexploradores! Vocês acabaram de receber 250 moedas energéticas! Siiiiisiiiiisii. Eu vim direto da montanha em que extraíram esse minério. Siisiiiiisiiii. Eles já destruíram quase tudo por lá, por isso, sigam a minha mensagem interdimensional. Voltem aos seus tamanhos atômicas siisiiiiisiiii Nossa! É muito difícil resistir. Seus corpos parecem bem quentinhos siiiiisssiiiiisss."** Ela seguia em nossa direção quando de repente um pergaminho aparece na mão de um dos fotoexploradores da nossa equipe com a seguinte mensagem: **"atenção! Vocês só poderão pegar a carta de número 5, para prosseguirem na missão, após a elaboração dessa parte da história, criando uma explicação sobre o desaparecimento repentino dessa serpente (a palavra energia deve obrigatoriamente aparecer na criação da história)."**

Caso vocês queiram conhecer o cientista dos termômetros sigam para a carta de número 5.

Cartas de Número 11

11. UNIVERSIDADE

Percebam! Nós estamos do tamanho de um átomo. Vamos nos aproximar da moeda de prata, aquela que o fotoexplorador de nossa equipe pisou, olhem como ela é enorme vista deste ângulo. Outro fotoexplorador da nossa equipe repara na existência de uma “nuvem de elétrons” soltos por cima dos átomos de prata e, ao contrário do que observávamos quando estávamos grandes, os átomos não estão parados, mas vibram constantemente ao receberem a energia do sol. Equipe, vamos pegar carona nesse feixe eletromagnético refletido pela moeda ops ixiiii uhuuuu estamos caindo dentro da água da fonte. Assim que mergulhamos nós observamos as moléculas de água em constante movimento. **“Olhem isso!!! Elas vibram, giram e também se deslocam!”** **“Estou ficando até zozinho!”** Um de nós tenta emergir e não consegue porque as moléculas de água da superfície estão mais próximas com uma força de atração entre elas. Outro membro de nossa equipe chama a atenção para o fato de as moléculas da parte iluminada pelo sol estarem se movimentando mais. Por isso, nós optamos por nadarmos até elas na tentativa de nos aquecer. Mas, em seguida observamos algo se movimentando na água e ficamos muito assustados e eu gritei “Eu acho que é um peixe gigante!”. Na verdade, era um zooplâncton se aproximando, mas como estávamos muito pequenos, mais parecia uma baleia. No desespero nós decidimos por gritar o código para voltarmos ao tamanho humano. Juntos 1, 2, 3... **“ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO!”** Nós começamos a rir aliviados por não termos sido engolidos pelo monstro zooplânctônico. **“Silêncio... tem um grupo de humanos se aproximando!”** Nesse momento, um grupo de universitários passa conversando alto sobre uma palestra que acontecerá logo mais no auditório. Eles comentam: **“É uma palestra com um professor renomado que discutirá sobre geração de energia elétrica!”** Eles deixam cair um papel com os seguintes dizeres:

Caso queiram desfrutar um pouco mais das sensações térmicas presentes na fonte sigam para a carta de número 10.

11. ESCOLA

Na sala de vídeo a professora inicia a aula convidando todos a assistirem um documentário sobre mudanças de hábito em relação ao uso de energia elétrica. Ela informa que irá parar algumas vezes para comentários. Após algumas cenas ela pausa o vídeo e faz as seguintes perguntas: **“Vocês dormem com a televisão ligada? Em suas residências vocês utilizam o “T” para ligar mais de um aparelho em uma mesma tomada? A roupa costuma ser passada de uma vez? Vocês acham que os notebooks consomem menos energia que o computador desktop?”**

A professora projeta as perguntas e espera alguns momentos para os alunos trocarem ideias. Em seguida, os estudantes compartilham em voz alta com o grupo sobre suas experiências em casa. A professora fala sobre a importância de se mudar hábitos para que a sociedade contribua diariamente com uma eficiência energética. Um aluno relata a triste história de seu colega que foi soltar pipas/papagaios perto de uma rede elétrica e não resistiu, a professora aproveita para falar sobre os riscos de choques ao se aproximar objetos de tomadas e de fiação elétrica e sobre o risco de se manusear indevidamente aparelhos como o chuveiro e etc. As respostas às perguntas iniciais foram apresentadas ao longo do documentário que explicou: **a importância de desligar aparelhos caso ninguém esteja fazendo uso, o risco de curto circuito e incêndio com o uso de “T”, a necessidade de se aproveitar ao máximo a energia térmica do ferro de passar roupas e a opção, se possível, por notebook por serem mais econômicos.** No fim do documentário apareceu a seguinte mensagem: “informações secretas direcionadas aos fotoexploradores. Com essa aula vocês conseguiram adquirir 200 moedas energéticas”. Todos da sala se levantaram agitados e falantes, pois não compreendiam o que estava acontecendo, nós aproveitamos para sairmos da sala sem sermos notados. Porém, no corredor, outro professor vem em nossa direção e pergunta: “o que vocês acharam da aula?” Nesse instante o professor e tudo ao nosso redor está congelado, os dispositivos eletromagnéticos em nosso pul-

so apitam com a seguinte mensagem: **agora o jogo está pausado e vocês precisarão elaborar um bom comentário sobre a aula para só assim prosseguirem pegando a carta de número 2.**

11. PARQUE DE DIVERSÕES

Eu, mestre, observo um grande círculo iluminado no lado norte do parque de diversões e peço para que todos me sigam até lá. Chegando próximo àquela grande roda giratória com bancos pendulares, digo à vocês fotoexploradores: “pensei em observar o movimento desse brinquedo aqui de baixo enquanto vocês se sentam e dão algumas voltas nela.” Um de nós nota que apesar de alta a estrutura giratória ainda é mais baixa que o brinquedo “Torre que cai”. Eu ficarei aqui embaixo ouvindo e vendo a conversa de vocês, por meio do holograma do meu dispositivo eletromagnético. Vocês chegam no ápice da roda gigante e ali conseguem avistar todas as luzes da metrópole. Eu escuto o mais curioso de vocês exclamar: **“Nossa! Como os seres humanos desperdiçam sua energia luminosa. As luzes também estão viradas para o céu. Porque iluminar o céu? Esses brinquedos mesmo. Olhem quanta luz!”** Vocês balançam a cabeça sem entender o porquê de todo esse desperdício. Um vento forte começa e também algumas gotas de chuva caem do céu. Ouço vocês comentando que uma coruja mensageira pousou no braço da cadeira e começou a conversar. Ela diz: **“Não se preocupem. Essa chuva é passageira assim como são os imprevistos e sofrimentos da vida humana.”** Vocês se entreolharam um pouco por não entenderem bem o recado. Um fotoexplorador grita: **“Vejam aquele raio.”** Todos escutam um barulho e a roda gigante e todo o parque de diversões agora se encontram no escuro. Todos os humanos aqui em baixo e também nos brinquedos começam a gritar. Percebo que a mensagem da coruja fez todo sentido. Um de vocês comenta: **“O difícil é que por ser noite nós não temos raios de sol para usarmos como fotomóveis e escaparmos daqui. Não sei se essa luz artificial seria eficiente.”** A fotoexploradora leitora tem uma ideia e diz: **“vamos usar nossos dispositivos eletromagnéticos para visualizarmos e ouvirmos o mestre!”** “Ótima ideia!” O outro exclama. Todos juntos: **“1, 2, 3... FLASH, ONDA, SINTONIZAÇÃO... ATIVAR COMUNICAÇÃO!”** Agora os fotoexploradores, lá em cima da roda gigante, também conseguem me ver e ou-

vir, um deles diz: **“Mestre, nós estamos presos aqui no alto da roda gigante.”** Eu digo: **“não se preocupem porque resolverei esse problema.”** Eu desligo meu holograma de comunicação com a equipe.

Para os fotoexploradores que estão em cima da roda gigante aparece a seguinte mensagem em seus dispositivos:

Se vocês acham que a energia retornará rapidamente, sem a ajuda do mestre, sigam para a carta de número 4.

Caso entendam que o mestre será o responsável pelo retorno da energia elétrica sigam para o número 2

11. SIDERÚRGICA

Nós saltamos do trem em movimento e nos machucamos muito, uma coruja voa por cima de nós e diz **“vocês não têm asas queridos. Se arriscaram muito saltando de um trem em alta velocidade e demonstraram falta de preparo da equipe em relação aos limites de resistência do corpo humano. Vocês também não notaram que estavam sentados bem em cima de um carregamento de minério. Por essas falhas, neste momento, a missão estará pausada para vocês e quem continuará será a equipe de fotoexploradores da universidade.”**

(Obs: quando o jogo retorna para a siderúrgica continuem pegando a carta de número 7).

Cartas de Número 12

12. UNIVERSIDADE

Nós não fizemos a melhor escolha, vejam aqui diz que essa partícula, caracterizada naquela época como eterna, imperecível e que se movimentava no vazio era chamada de átomo e não embrião. Essa palavra significa em grego: **“aquilo que não pode ser dividido”** e, apesar das pesquisas científicas já terem demonstrado que existem partículas ainda menores que o átomo (os prótons, elétrons, nêutrons e etc), mesmo assim ainda continuamos, por tradição, chamando os elementos químicos de átomos. Como nós fizemos uma escolha errada, agora perderemos território e quem continuará o jogo são os fotoexploradores da escola.

(Vamos colocar essa carta no tabuleiro em cima do número 12. Quando o jogo retornar para a Universidade nós continuaremos pela carta de

número 3)

12. ESCOLA

Vamos ativar nossos dispositivos... comigo 1, 2, 3 e... "ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO". Nós estamos em dimensões humanas dentro do vestiário, um de nós demonstra muita curiosidade sobre um aparelho preso à parede, nós observamos que os outros alunos torcem uma torneira e de repente sai uma água quente na parte de cima. Eu tenho uma sugestão: Vamos esperar todos saírem do banheiro para abrimos esse dispositivo chamado pelos alunos de chuveiro. Agora que o banheiro está sem ninguém um de nós vai para a porta vigiar e eu tentarei abrir o aparelho. Eu sinto algo muito estranho e sou lançado a uma distância que todos ficam muito assustados. Eu não vejo mais nada e depois de um tempo, aos poucos, eu vou abrindo os olhos lentamente e digo bem impressionado: "O ser humano usa eletricidade para fazer esse aparelho funcionar eu só sobrevivi a esse choque porque sou um ser evoluído, agora um ser humano provavelmente teria morrido." **Você está bem?** Um de vocês me pergunta. "Sim." Eu respondo. Um fotoexplorador tem uma ideia: **"vamos retirá-lo da tomada primeiro antes de voltarmos a mexer nele. Esse plugue deve ser o responsável pela entrada de corrente elétrica nesse aparelho."** Todos concordamos que isso seria o melhor a ser feito. Com o chuveiro desligado e aberto nós conseguimos observar um fio em forma de mola. Um de nós explica: **"muito interessante! A eletricidade passa por esse metal, o qual, oferece resistência à passagem de corrente elétrica e acaba se transformando em energia térmica. Aquecendo assim a água."** Eu pergunto: Esse aparelho consegue transformar energia elétrica em térmica? E um de vocês responde: **"sim. A energia nos sistemas não desaparece, ela se conserva ao passar de um tipo para outro."** Todos escutam um vibrar nos pulsos. Era o dispositivo eletromagnético informando que nós acabamos de receber 100 moedas energéticas ao descobirmos uma forma de transformação da energia. Após esse momento de alegria o nosso fotoexplorador vigia avisa que tem pessoas se aproximando, eu consigo fechar e colocar o chuveiro rapidamente no lugar, todos nos escondemos dentro do box do banheiro. Alguns alunos entram para lavarem os rostos da educação física e comentam: **"rápido porque a**

próxima aula será na sala de vídeo!" Após a retirada dos estudantes nós escutamos um barulho muito intenso que ecoa por toda a escola, um ser estranho sai do espelho do banheiro e vem em minha direção, ele se aproxima e me faz o seguinte questionamento: **"qual é o seu número da sorte?"** Eu respondo que é o número 7. Ele se vira, entra novamente no espelho e fica apenas com a cabeça de fora dizendo: **"sigam a carta de número 7, que a sorte esteja com vocês. Ah! E não contem para ninguém sobre mim."** Em seguida, ele sumiu em um espelho infinito.

12. PARQUE DE DIVERSÕES

(Observação: Caso ainda não tenham passado pelas cartas 2, 5, 7 e 8 vocês poderão acrescentá-las diretamente ao território neste momento). Antes de subirmos na cama elástica uma criança vem correndo em nossa direção e nos entrega um bilhete com as seguintes informações: **"se vocês chegaram até aqui significa que conseguiram conquistar todas as moedas energéticas necessárias para transportá-los para suas dimensões. Agora vocês colocarão todas as moedas nas mãos do colega do grupo que tem o maior senso de colaboração, ou seja, que usa seus conhecimentos para ajudar as pessoas ao seu redor."** Em seguida, nós subimos na cama elástica, e eu disse que no três nós ativaríamos os dispositivos eletromagnéticos... comigo...1, 2, 3 "ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO". Agora, já invisíveis aos seres humanos, nós entramos em nossos fotomóveis (ondas eletromagnéticas) vindos do sol e nos deslocamos por um longo caminho. Somos refletidos pela água de um rio e perdemos um pouco de combustível eletromagnético em forma de calor absorvido pelas moléculas d'água. Além disso, as moléculas dos gases da atmosfera também capturam um pouco da energia dos nossos fotomóveis. Em seguida, nossos veículos nos levam até grandes painéis, nós passamos por um vidro com as seguintes anotações "painel fotovoltaico" e nossos fotomóveis começam a arrancar vários elétrons dos metais condutores que, ao se acumularem em diferentes regiões dessas placas, dão origem à um potencial elétrico. Nós, agora, entramos juntamente com essa "nuvem" de elétrons até um fio e depois outro e mais outro fio. Começamos a gritar, mas dessa vez não é de desespero porque depois dessa longa jornada nós já estamos bem corajosos, na verdade, estamos nos divertindo

bastante nesse tobogã de elétrons. No fim, entramos em um fio muito fino dentro de uma lâmpada e uma forte luz é liberada. Eu, mestre, grito: "Realmente a energia não é criada nem perdida ela se transforma e se conserva. Agora sim nós encontramos uma matriz energética sustentável e podemos nos transportar para nossas dimensões paralelas. Parabéns fotoexploradores! Todos juntos comigo 1, 2, 3... ATIVAR DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO."

12. SIDERÚRGICA

Todos os inventores desapareceram do vagão deixando para trás apenas um colar de ouro com um pingente em forma de criança que começou a se movimentar pulando em nossos ombros e dizendo: "você se enganaram! Existe sim uma grande relação entre mineração, os processos de siderurgia e energia. Os gases liberados são capazes de movimentar geradores de energia elétrica. Você se esqueceram dos princípios energéticos de condução, convecção e irradiação, na siderurgia, por exemplo, a água em contato com o minério fundido transfere calor por **CONDUÇÃO**. Os gases dentro da fornalha trocam energia em movimentos constantes de **CONVECÇÃO**, a energia térmica chega até a face dos funcionários, a certa distância do ferro fundido, por meio da **IRRADIAÇÃO**. Por essa falha da equipe sobre a relação entre energia e siderurgia você perderam território, agora as demais equipes jogarão o dado:

Se sair o número 1 ou 2 quem continuará o jogo será a equipe de fotoexploradores da escola.

Se sair o número 3 ou 4 quem continuará o jogo será a equipe de fotoexploradores da universidade.

Se sair o número 5 ou 6 quem continuará o jogo será a equipe de fotoexploradores do parque de diversões.

(Atenção! Quando o jogo retornar para a siderúrgica você deverão continuá-lo pegando a carta de número 3).

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DO JOGO ENERGIZANDO

ARARIBÁ mais: ciências: manual do professor/organizadora Editora Moderna: obra coletiva concedida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna; Maria Rosa Carnevalle. – 1º ed – São Paulo: Moderna, 2018.

Conexão educar: anos Finais. Cemig. Material produzido e distribuído nas escolas como resultado de uma parceria entre a companhia energética de Minas Gerais e a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

HEWITT, P. G. Fundamentos de física conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ORNELLAS, Antônio J. **A energia dos tempos antigos aos dias atuais**. Universidade Federal de Alagoas. Maceió: EDUFAL, 2006.

PIRES, Denise Prazeres Lopes; AFONSO, Julio Carlos; CHAVES, Francisco Artur Braun. A termometria nos séculos XIX e XX. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 101-114, 2006. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000100013 Acesso em: set. 2019.

PORTO, Marcelo Firpo; MILANEZ, Bruno. Parecer técnico sobre o relatório de impacto ambiental da usina da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA). Rio de Janeiro: **Fundação Oswaldo Cruz** (Fiocruz), 2009. Disponível em: <http://files.novos-negocios.webnode.com/200000973-4442446385/Parecer-FIOCRUZ-CSA%20parecer%20tecnico%20ambiental.pdf> Acesso em: dez. 2019.

SOUZA, Tânia Maria F. de; REIS, Liana. Técnicas mineratórias e escravidão nas Minas Gerais dos séculos XVIII e XIX: uma análise comparativa introdutória. **Seminário sobre a economia mineira**, v. 9, 2006. Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/D06A018.pdf Acesso em: nov. de 2019.

Sequências de ensino de Física Orientadas pela pesquisa: experiências do pibid e Pró-mestre-UFMG. Orlando Aguiar Jr. (Org.). Belo Horizonte: Fapemig, 2018. 268 p.

Biografia de Daniel Gabriel Fahrenheit. Disponível em: https://www.ebiografia.com/daniel_fahrenheit/ Acesso em: jul. 2019.

Geladeira velha gasta 200% mais energia. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/geladeira-velha-gasta-200-mais-energia-1.307637> Acesso em: jul. 2019.

Como as leis da física funcionam nos parques de diversão. Disponível em: <http://fisicacuriosaecriativa.blogspot.com/2015/11/como-as-leis-da-fisica-funcionam-nos.html> Acesso em: jan. 2020.

“Quem inventou o Motor a Vapor?” vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tv-J2BDhKsaQ> Acesso em: nov. 2019.

A quais riscos um Colaborador de Alto-Forno está exposto? Texto disponível no site: <https://supremaluvras.com.br/a-quais-riscos-um-colaborador-de-alto-forno-esta-exposto/> Acesso em: jan. 2020.

ATENÇÃO! Risco de Spoiler

-Sequências secretas dos possíveis percursos traçados nos territórios –
Ela só deverá ser consultada ao término das jornadas investigativas de cada equipe.

Universidade

- 1 - 6 - 3 - 9 - 4 - 5 - 7 - 10 e 8
- 1 - 6 - 3 - 9 - 4 - 11 - 10 e 8
- 1 - 6 - 3 - 9 - 4 - 11 - 5 - 7 - 10 e 8
- 1 - 2 - Perde território - 6 - 3 - 9 - 4 - 5 - 7 - 10 e 8
- 1 - 2 - Perde território - 6 - 3 - 9 - 4 - 11 - 10 e 8
- 1 - 2 - Perde território - 6 - 3 - 9 - 4 - 11 - 5 - 7 - 10 e 8
- 1 - 6 - 12 - Perde território - 3 - 9 - 4 - 5 - 7 - 10 e 8
- 1 - 6 - 12 - Perde território - 3 - 9 - 4 - 11 - 10 e 8

Escola

- 1 - 5 - 9 - 6 - 12 - 7 - 10 - 11 - 2
- 1 - 4 - 6 - 12 - 7 - 10 - 11 - 2
- 1 - 4 - 3 - Perde território - 6 - 12 - 7 - 10 - 11 - 2
- 1 - 5 - 8 - Perde território - 9 - 6 - 12 - 7 - 10 - 11 - 2

Parque de diversões

- 1 - 3 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 9 - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 9 - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 5 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 5 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 5 - 9 - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 3 - 5 - 9 - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 9 - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 9 - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 5 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 5 - 9 - 7 - Perde território - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 5 - 9 - 10 - 11 - 2 - 4 - 6 - 12
- 1 - 8 - 3 - 5 - 9 - 10 - 11 - 4 - 6 - 12

Siderúrgica

- 1 - 7 - 2 - 12 - Perde território - 3 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 7 - 2 - 12 - Perde território - 3 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6
- 1 - 7 - 2 - 3 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 7 - 2 - 3 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6
- 1 - 7 - 10 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 7 - 10 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6
- 1 - 11 - 7 - 2 - 12 - Perde território - 3 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 11 - 7 - 2 - 12 - Perde território - 3 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6
- 1 - 11 - 7 - 2 - 3 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 11 - 7 - 2 - 3 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6
- 1 - 11 - 7 - 10 - 5 - 4 - 8 - 6
- 1 - 11 - 7 - 10 - 5 - 4 - 8 - 9 - 6

