

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

JONATAN PINTO CAVALCANTE

**O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (*SHORT ARG*) NA TEMÁTICA
CAFÉ**

Rio de Janeiro

2025

JONATAN PINTO CAVALCANTE

**O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (*SHORT ARG*) NA TEMÁTICA
CAFÉ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Área de Concentração: Química

Linha de Pesquisa: LP₁ – Novas tecnologias e comunicação

Orientadores: Dr^a. Claudia Moraes de Rezende

Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

C364j Cavalcante, Jonatan Pinto
O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (SHORT ARG)
NA TEMÁTICA CAFÉ / Jonatan Pinto Cavalcante. -- Rio
de Janeiro, 2025.
99 f.

Orientadora: Claudia Moraes de Rezende.
Coorientadora: Márlon Herbert Flora Barbosa
Soares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Química em Rede Nacional, 2025.

1. ARG. 2. Café. 3. Ensino de Química. 4. Jogo
pedagógico. I. Rezende, Claudia Moraes de , orient.
II. Soares, Márlon Herbert Flora Barbosa, coorient.
III. Título.

**O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (*SHORT ARG*) NA TEMÁTICA
CAFÉ**

Jonatan Pinto Cavalcante

Aprovada por:

Presidente: Dr^a. Claudia Moraes de Rezende (Orientadora)
(Instituto de Química – UFRJ)

Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares (Orientador)
(Instituto de Química – UFG)

Dr^a. Marta Eloísa Medeiros
(Instituto de Química – UFRJ)

Dr. Thiago Cardoso de Deus
(Instituto de Química – IFG)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Erenir Pinto Cavalcante, e ao meu pai, Manoel Messias Cavalcante (*in memoriam*), que deram força, investiram e priorizaram nos meus estudos.

Ao meu irmão Bruno Pinto Cavalcante e à minha irmã Bruna Carolina Pinto Cavalcante pelos apoios e conselhos.

À professora Claudia Moraes de Rezende pela ideia e por ter me aceitado no projeto de jogo na temática café. Agradeço, também, pela orientação e pelos conhecimentos valiosos sobre o café.

Ao professor Márlon Herbert Flora Barbosa Soares por ter abraçado a ideia de realizar um SHORT ARG na temática café, por ser sempre solícito e pela orientação valiosa. Obrigado, também, pelos nossos encontros lúdicos nos congressos JALEQUIM Level V, 47^aRASBQ e ENEQ XXII.

Ao corpo docente do PROFQUI pelas aulas e conhecimentos compartilhados durante o nosso convívio.

Aos meus colegas de turma por deixarem as sextas-feiras mais leves. Especialmente, agradeço à Taís Cristina pela parceria construída nesse período e, também, por ter cedido a sua turma para a aplicação do jogo.

Ao CIEP 170 – Gregório Bezerra e aos seus 22 alunos que aceitaram a se aventurar na jornada do SHORT ARG. Obrigado, alunos, pela dedicação!

RESUMO

CAVALCANTE, Jonatan Pinto. **O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (SHORT ARG) NA TEMÁTICA CAFÉ**. Rio de Janeiro, 2025, Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

O presente trabalho relata a experiência da aplicação de um jogo pedagógico de realidade alternada curto, SHORT ARG, na temática café, para trabalhar conteúdos de Química que possibilitou a abordagem com Biologia e História, para uma turma do segundo ano do ensino médio. Essa modalidade de jogo utiliza características enigmáticas combinando elementos digitais com o mundo real numa narrativa, uma história com início, meio e fim, nos quais os alunos são os próprios jogadores. O jogo foi trabalhado em grupo, num total de sete, aplicado em dois formatos: online e presencial, e teve uma duração de 12 dias, em que oito desafios foram executados durante a narrativa. Na caracterização de um jogo pedagógico, o SHORT ARG apresentou quatro categorias, indicadas pelas funções educativas e lúdicas do jogo. As Funções Educativas: Formativa e Avaliativa, que são relacionadas à capacidade de um ARG de atuar como uma estratégia de avaliação diagnóstica dos conhecimentos químicos dos alunos; e as Funções Lúdicas: Imersiva e Moral, referem-se ao aspecto lúdico de um ARG, proporcionando prazer e diversão aos alunos. O SHORT ARG na temática café é um potencial auxiliador no processo de ensino e aprendizagem para o ensino de química, no qual possibilitou uma aprendizagem colaborativa, provocou o engajamento e motivação nos alunos e tornou o processo de ensino-aprendizagem significativo.

Palavras-chave: ARG; Café; Ensino de Química; Jogo pedagógico.

ABSTRACT

CAVALCANTE, Jonatan Pinto. **O JOGO DE REALIDADE ALTERNADA CURTO (SHORT ARG) NA TEMÁTICA CAFÉ**. Rio de Janeiro, 2025, Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

This paper reports the experience of applying a short alternate reality educational game, SHORT ARG, on the theme of coffee, to work on Chemistry content that allowed the approach with Biology and History, for a class of second-year high school students. This game modality uses enigmatic characteristics combining digital elements with the real world in a narrative, a story with a beginning, middle and end, in which the students themselves are the players. The game was worked on in groups, a total of seven, applied in two formats: online and in person, and lasted 12 days, in which eight challenges were executed during the narrative. In the characterization of an educational game, SHORT ARG presented four categories, indicated by the educational and playful functions of the game. The Educational Functions: Formative and Evaluative, which are related to the ability of an ARG to act as a diagnostic assessment strategy of the students' chemical knowledge; and the Playful Functions: Immersive and Moral, refer to the playful aspect of an ARG, providing pleasure and fun to students. The SHORT ARG on the coffee theme is a potential aid in the teaching and learning process for teaching chemistry, in which it enabled collaborative learning, provoked engagement and motivation in students and made the teaching-learning process meaningful.

Keywords: ARG; Coffee; Chemistry teaching; Educational game.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ARG –	Alternate Reality Game
BNCC –	Base Nacional Comum Curricular
JALEQUIM –	Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia
MMORPG –	Multiuser Massive Online Role Playing Game
RPG –	Role Playing Game
SHORT ARG –	Alternate Reality Game Curto
TIC –	Tecnologia da Informação e Comunicação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Métodos utilizados no preparo da bebida do café, da esquerda para a direita, respectivamente: café filtrado, prensa francesa e café espresso.....	30
Figura 2:	Estruturas químicas da cafeína, à esquerda, e da adenosina, à direita.....	32
Figura 3:	Estrutura química do cafestol.....	33
Figura 4:	Fluxograma do <i>short</i> ARG na temática de café.....	36
Figura 5:	Tabuleiro do jogo, à esquerda, e exemplo de uma carta, à direita, do jogo didático “Quantas dicas você precisa? Perfil Químico, trabalhando com a química orgânica.”.....	47
Figura 6:	Exemplo de carta do baralho do jogo didático “CONSTRUÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DA TABELA PERIÓDICA”.....	48
Figura 7:	Modelo da peça do jogo didático “A Utilização do Jogo de Dominó Para Estudo das Funções Inorgânicas”.....	49
Figura 8:	À esquerda, o mapa do Kryptos Labs e, à direita, desafio ácido carboxílico, do jogo pedagógico “Last Chance of Earth: proposta de um RPG (Role Playing Game) didático para o ensino de química”.....	51
Figura 9:	Fluxograma do jogo “Tornando o espaço educacional mais convidativo a partir do Alternate Reality Game (ARG): Uma estratégia inovadora para o Ensino de Química”.....	53
Figura 10:	Missão 1 do jogo “PLAYCOFFEEQUI”.....	54
Figura 11:	Missão 2 do jogo “PLAYCOFFEEQUI”.....	55
Figura 12:	Componentes curriculares do ensino de química do jogo “ARG Renegado Científico”.....	56
Figura 13:	Imagem inicial do jogo SHORT ARG na temática café.....	58
Figura 14:	Bilhete localizado na sala X.....	59
Figura 15:	Imagem da sala Y.....	62
Figura 16:	Imagem da sala Z.....	66

Figura 17:	Imagem carta, localizada na sala Z.....	66
Figura 18:	Imagem da sala Lab.....	69
Figura 19:	Imagem do mapa mental 1.....	71
Figura 20:	Imagem do mapa mental 2.....	72
Figura 21:	Imagem do mapa mental 3.....	72
Figura 22:	Imagem do mapa mental 4.....	73
Figura 23:	Imagem do mapa mental 5.....	73
Figura 24:	Imagem do mapa mental 6.....	74
Figura 25:	Roteiro do experimento.....	75
Figura 26:	Resultado do experimento: água gelada, à esquerda, e água quente, à direita.....	76
Figura 27:	Da esquerda para a direita: moedor de café, prensa francesa e máquina de café expresso.....	77
Figura 28:	Imagem de hábitos com o café. Da esquerda para a direita: grupo RTX4090, A Fofoca e Os Kimetsu.....	79
Figura 29:	Vídeo do desafio 7.....	81
Figura 30:	Resolução do desafio 7.....	82
Figura 31:	Recorte do vídeo 1.....	85
Figura 32:	Recorte do vídeo 2.....	86
Figura 33:	Recorte do vídeo 3.....	86
Figura 34:	Recorte do vídeo 4.....	87
Figura 35:	Recorte do vídeo 5.....	88
Figura 36:	Recorte do vídeo 6.....	88
Figura 37:	Recorte do vídeo 7.....	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Tipos de jogos no ensino de química.....	44
Gráfico 2:	Relação da modalidade de ensino nos jogos do ensino de química.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Função de Equilíbrio do Professor no Jogo Pedagógico.....	26
Quadro 2:	Composição química do grão cru do café Arábica e Robusta.....	28
Quadro 3:	Termos empregados para classificação dos diferentes modos de preparo do café.....	29
Quadro 4:	Roteiro resumido da aventura do SHORT ARG na temática de café.....	37
Quadro 5:	O emprego dos recursos digitais no SHORT ARG na temática de café.....	39
Quadro 6:	Resumo dos conteúdos abordados durante a aventura do SHORT ARG na temática de café.....	42
Quadro 7:	Relação de conteúdos nos anais do JALEQUIM em jogos no ensino de química.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concentração aproximada de cafeína encontrada em alguns produtos à base de cafeína.....	30
Tabela 2: Relação de trabalhos completos de jogos no ensino de química publicados nos quatro eventos do JALEQUIM.....	43

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	16
2- OBJETIVOS.....	18
2.1 – Objetivo Geral.....	18
2.2 – Objetivos Específicos.....	18
3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 – Jogo Pedagógico.....	19
3.2 – Alternate Reality Game (ARG).....	20
3.3 – As categorias das funções de um ARG.....	24
3.4 – A temática de café.....	27
3.4.1 – O café: da origem à composição química.....	27
3.4.2 – Métodos de extração e preparo da bebida de café.....	28
3.4.3 – A cafeína: consumo e fontes em bebidas.....	30
3.4.4 – O café e os seus efeitos no organismo.....	31
3.4.5 – O cafestol, um diterpeno presente na bebida de café.....	33
4- METODOLOGIA.....	35
4.1 – Revisão bibliográfica na temática de jogos e café no ensino de química.....	35
4.1.1 – Análise em artigos, dissertações e teses.....	35
4.2 – Desenvolvimento do Short ARG na temática de café.....	36
4.2.1 – A construção do jogo.....	36
4.2.2 – Recursos tecnológicos utilizados no jogo.....	38
4.2.3 – O público-alvo do jogo.....	40
5- RESULTADO E DISCUSSÕES.....	43
5.1 – Resultados da revisão bibliográfica na temática de jogos e café no ensino de química.....	43
5.2 – Aplicação do jogo com os estudantes.....	57
5.2.1 – Momento pré-jogo.....	57
5.2.2 – Desafio 1.....	58
5.2.3 – Desafio 2.....	62
5.2.4 – Desafio 3.....	65
5.2.5 – Desafio 4.....	68
5.2.6 – Desafio 5.....	75
5.2.7 – Desafio 6.....	78

5.2.8 – Desafio 7.....	80
5.2.9 – Desafio 8.....	84
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
APÊNDICE.....	99

1 – INTRODUÇÃO

No atual cenário do ensino de Química, os alunos apresentam desinteresse em aprender os conteúdos dessa disciplina e esse fato pode estar atrelado às aulas planejadas por professores que tem a intenção de somente ministrar os conteúdos com a finalidade em aprender a resolver questões de vestibulares. Dessa maneira, segundo Backes e Prochow (2017), o ensino de Química tem se designado por trabalhos que são caracterizados por memorização de algoritmos e conceitos, sem ter relação com o cotidiano dos alunos e, vinculado a isso, sem ter uma contextualização.

De acordo com Garcez e Soares (2017), há uma limitação, seja no ensino e na aprendizagem, em despertar o interesse dos alunos pelas ciências, cabendo ao professor em procurar caminhos metodológicos e fazer o uso dessas alternativas, para que o objetivo em tornar os assuntos de conteúdos mais atrativos para os discentes seja alcançado.

Nesse viés, a ludicidade é vista como um potencial significativo diante de processos de ensino e aprendizagem, pois, de acordo com Ramos, Santos e Laburú (2017) “a ludicidade possui a habilidade de socializar e produzir prazer quando é executada. Ela apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e pode ser empregada como atividade formadora e informadora sobre várias temáticas”.

Em vista disso, há diversas atividades lúdicas que estimulam uma aprendizagem motivadora, prazerosa, instigam relações cognitivas, ajudam a fomentar o pensamento crítico nos alunos e desenvolvem habilidades e competências no ensino de ciências, como por exemplo: palavras cruzadas, teatro, histórias em quadrinhos, cordéis de cunho científico, júris simulados, atividades gamificadas, *Role playing game* (RPG) – jogo de interpretação, *Alternate Reality Game* (Jogo de Realidade Alternada – ARG), dentre outras (Cleophas e Soares, 2018).

Desde o ano 2000, a utilização de jogos e atividades lúdicas no ensino de Química cresceu significativamente, como evidenciado pelo aumento expressivo de publicações e apresentações de trabalhos em eventos científicos e educacionais sobre o tema. Essas publicações têm trazido contribuições valiosas, resultando em diversos benefícios e avanços para a área da educação (Soares, 2016).

Desse modo, o uso de jogos aplicados na educação básica integra ferramentas que contribuem, de forma dinâmica, no processo de ensino e aprendizagem, o que acarreta a assimilação de conteúdos, de modo que o interesse no aluno nas disciplinas de Química seja despertado. Os jogos, que proporcionam atividades em equipes, além de possibilitar habilidade de raciocínio, são sugeridos como um tipo de recurso educativo que podem ser utilizados no

momento inicial de um novo conteúdo, na revisão ou síntese de importantes conceitos de um dado assunto e no processo de avaliação (Saturtino *et. al*, 2013).

Um tipo de jogo explorado neste trabalho é o Jogo de Realidade Alternada (ARG, do inglês *Alternate Reality Game*), de curta duração (Short ARG), vinculado à temática café. Esse gênero é uma modalidade de jogo pedagógico que combina elementos digitais e do mundo real em uma narrativa enigmática. Nesse tipo de jogo, os alunos assumem o papel de jogadores, imersos em uma história que se desenrola tanto no ambiente digital, online ou offline, quanto em situações do cotidiano. A narrativa do ARG é composta por desafios, enigmas, tarefas ou problemas que precisam ser resolvidos para avançar no jogo. Dessa forma, o ARG transforma o aprendizado em uma experiência imersiva, integrando a vida real dos participantes com a história fictícia da narrativa (Cleophas, 2019; Cleophas, Cavalcanti e Leão, 2017).

Nesse contexto, além de promover uma aprendizagem colaborativa, o ARG também possibilita a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC, que, de acordo com Leal *et. al* (2020), além de ocasionar uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, colabora também com a construção na integração da interdisciplinaridade, permitindo uma aprendizagem mais significativa.

Portanto, a escolha da temática café se justifica na perspectiva dele ser uma das bebidas mais amplamente consumidas, incluindo pelos jovens, e contém diversas substâncias químicas, dentre as quais podemos destacar a cafeína. Por meio desses fatores, a temática café possibilita a abordagem de conteúdos da Química incluindo separação de misturas, unidades de concentração de soluções, diluição de soluções e identificação de funções orgânicas, além de propiciar a abordagem com a Biologia e História que, juntas, podem ser trabalhadas de forma contextualizada e lúdica.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

- Desenvolver e aplicar um jogo do tipo SHORT ARG com a temática “café” para a discussão de conceitos químicos

2.2 – Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica de trabalhos de jogos e temática café no ensino de química;
- Propor uma aventura SHORT ARG na temática café;
- Desenvolver uma aprendizagem colaborativa entre os discentes para a resolução de problemas;
- Demonstrar como o SHORT ARG se encaixa como uma estratégia de discussão de conceitos químicos;
- Entender como a temática café pode ser utilizada dentro de uma perspectiva de um jogo pedagógico;
- Possibilitar o protagonismo dos alunos, na produção de materiais, durante o desenvolvimento do jogo.

3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 – Jogos Pedagógicos

Para Soares (2023), os jogos são quaisquer atividades que contenham regras estabelecidas socialmente, de uso comum e tradicionalmente aceitas, podendo envolver tanto competição quanto cooperação. Para o autor, as atividades lúdicas são formas de entretenimento geradas a partir de ações prazerosas, divertidas, livres e voluntárias e, quando associadas aos jogos, incorporam regras tanto explícitas quanto implícitas. Dessa maneira, os jogos abrangem todo o universo do lúdico e do divertido.

Kishimoto (1995) destaca três níveis que especificam os jogos: primeiro, como resultado de um sistema linguístico que opera dentro de um contexto social; segundo, como um sistema de regras; e terceiro, como um objeto. A autora aponta que as regras definem e identificam a modalidade de um jogo a partir de um objeto. Por exemplo, é possível jogar sueca ou truco utilizando o mesmo baralho. As regras adotadas nos jogos fazem com que, além de diferenciá-los, permitem a relação com a situação lúdica, isto é, à medida que uma pessoa joga, aplicando as regras do jogo, desenvolve uma atividade lúdica.

Quando um jogo é aplicado no ambiente escolar, as regras são fundamentais, pois estão diretamente relacionadas ao conteúdo da disciplina, isto é, para que o estudante possa alcançar a aprendizagem dos conceitos com os jogos, é essencial que compreenda as regras para que, assim, o jogo funcione e cumpra seu objetivo pedagógico. Diante disso, as regras podem ser de dois níveis: implícitas e explícitas. A primeira, referem-se às limitações e possibilidades de uso de um material, presentes em todos os jogos, enquanto a segunda são as próprias regras declaradas e consensuais, que orientam o andamento de um jogo (Soares, 2023).

Soares (2023) ainda destaca que, no contexto escolar, se o jogo tem como foco de desenvolvimento de habilidade, mas não cumpre a sua função lúdica, ele deixa de ser um jogo e passa a ser um material pedagógico. Para que seja considerado um jogo, é essencial que este promova um ambiente de prazer, de livre exploração e incerteza de resultados dentro da sala de aula. Diante dessa perspectiva, Kishimoto (1995) atribui o jogo educativo como sendo o aprimoramento de estímulos de desenvolvimento cognitivo à medida que aproxima a intencionalidade lúdica no jogo. A autora realça duas funções existentes no jogo educativo: a primeira é a lúdica, que está relacionado ao caráter de diversão e prazer; e a segunda é a educativa, que faz com que o sujeito tenha apreensão de conhecimento, habilidades e saberes. Portanto, para que um jogo seja aplicado em uma sala de aula, deve-se levar em consideração

que o objetivo é equilibrar as funções lúdica e educativa para que se possa ter um jogo educativo.

Nesse viés, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) concebem o termo jogo educativo formalizado (JEF) como aquele cujo objetivo seja uma intencionalidade pedagógica, utilizado na sala de aula. Com isso, os autores diferenciam dois tipos de JEF: o jogo didático (JD) e o jogo pedagógico (JP). O primeiro é uma adaptação de um jogo já existente, tanto na literatura quanto no cotidiano lúdico, mediante às regras previamente estabelecidas e é empregado para reforçar conteúdo ministrado; já o segundo, não é adaptado de nenhum outro jogo, contendo um certo grau de ineditismo e é considerado flexível, isto é, ensina-se um conteúdo por meio do jogo. Entretanto, também pode ser usado como um reforço de conteúdo. Diante disso, jogos de tabuleiro, perguntas e respostas, carta e bingo são enquadrados como JD. Por outro lado, os jogos na modalidade digital e enredo são considerados como JP.

Desse modo, tanto o JD quanto JP, além de manter com severidade a intencionalidade educativa, provoca o pensamento crítico, promove a aprendizagem ativa, estimula para a resolução de problemas, favorece a habilidade cognitiva, propicia estímulo e interesse do sujeito, propõe a integração entre os indivíduos de maneira colaborativa, além de contribuir para o processo de desenvolvimento criativo dos estudantes (Cleophas et al. 2018; Miranda e Soares, 2020).

3.2 – Alternate Reality Game (ARG)

O Jogo de Realidade Alternada, ARG, do inglês abreviado da expressão *Alternate Reality Game*, originou-se na era da *internet* com o intuito de proporcionar campanhas de *marketing*. Em 2001, o projeto *The Beast* pode ser considerado o primeiro ARG e foi desenvolvido para divulgar o filme *Inteligência Artificial*, do diretor Steven Spielberg. Já no ano de 2007, no Brasil, o ARG *Zona Incerta* foi um dos primeiros a ser produzido no país e foi criado pela editora Abril e pela Ambev para promover a campanha publicitária do guaraná Antártica (Xexeo, 2017).

De acordo com Cleophas (2017), o ARG é um tipo de jogo que engloba componentes da realidade do cotidiano com o universo ficcional dos jogadores, no qual estes seguem uma narrativa e, por meio de pistas e dicas, têm por objetivo resolver um enigma que está por trás da história da narrativa. Desse modo, esse tipo de jogo contém características enigmáticas, em que os jogadores são desafiados a solucionar os problemas. O ARG não é um *videogame* ou um jogo digital, nem também um jogo de tabuleiro. Ele é um jogo que cria uma realidade

alternativa, unindo a vida real das pessoas com o mundo fictício de uma narrativa (Cleophas, 2019).

Segundo Cleophas, Cavalcanti e Leão (2017), o jogo do tipo ARG, por propiciar o uso de múltiplas plataformas digitais como meio de comunicação, dentre as quais podem ser destacadas as redes sociais, e-mails, entre tantas outras, é classificado como um jogo ubíquo. Ainda de acordo com esses autores, o ARG abrange os jogadores com missões e tarefas, acarretando uma série de eventos interligados que proporcionam o andamento do jogo e, assim, os participantes somente avançam na narrativa do jogo à medida que conseguem solucionar os desafios, enigmas ou pistas.

Para Oliveira e Marinho (2010), o ARG é originário dos jogos de representação, conhecidos como *Role Playing Game* (RPG), em que é caracterizado por uma narrativa e enredo, com início, meio e fim, no qual o jogador busca resolver os desafios, procurando pistas para desvendar os enigmas durante a trajetória da história com situações relacionadas com o cotidiano dos jogadores.

Há, também, os chamados MMORPGs (*Multiuser Massive Online Role Playing Game*), que são jogos eletrônicos de RPG em ambiente virtual. De acordo com Andrade (2006), os ARGs associam características de RPG e MMORPG, fundamentando-se na realização de um universo ficcional, que usa o mundo real como pano de fundo, e uma história, que leva os jogadores a decifrarem uma missão investigativa. Além disso, esse autor destaca que a grande diferença de um ARG para outros tipos de jogos é a não criação de avatares, pois os jogadores são os próprios personagens e, em se tratando de um contexto educacional, os discentes são os próprios jogadores. Ele afirma que a combinação do real e virtual, composto por enigmas, em uma proposta de um ARG é eficaz e capaz de proporcionar um entretenimento entre os jogadores.

Ainda em relação aos jogos eletrônicos, Piñero-Otero e Costa-Sanchez (2015) destacam que um dos elementos diferenciadores de um ARG em relação a esses jogos é a duração. As autoras apontam que os jogos de videogame duram minutos ou horas, tendo a possibilidade de o participante continuar a partida em dias distintos até a finalização de um jogo, ao contrário de um do tipo ARG, que oferece uma vivência com a durabilidade de semanas ou meses para que a narrativa seja concluída. Desse modo, os participantes buscam a realização dos desafios apresentados ao longo da história de um ARG sem deixar de executar as suas ações/afazeres do cotidiano. À proporção que eles são protagonistas nesse gênero de jogo, frequentam normalmente as suas vidas e, assim, é concebível distinguir que um ARG no ambiente da educação vai além dos limites da escola.

Diante disso, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) permite com que o ARG consiga ultrapassar a fronteira da escola e a sua utilização faz com que esse tipo de jogo tenha uma grande vantagem no ensino e para o seguimento da história da narrativa, uma vez que são ferramentas empregadas para a intermediação do processo de ensino e aprendizagem, que atuam como facilitador da construção do saber crítico, além de promover um ensino mais interativo (Brito e Silva, 2022). Além do mais, as TICs possibilitam a propagação da informação em rede, desenvolvem a pesquisa, comunicação e permitem a combinação de ambientes formais com virtuais, facilitando, ainda, a organização dos procedimentos educativos (Faraum Junior e Cirino, 2016).

Para um melhor entendimento do uso de um ARG no contexto educacional deve-se esclarecer os elementos importantes e indispensáveis quanto à sua estruturação, que são destacados a seguir, segundo Cleophas (2019):

- a) **Narrativa:** A história de um ARG, podendo ser ficcional ou baseada em eventos reais dentro do contexto dos jogadores, é transmitida durante o jogo empregando diversos meios de comunicação, principalmente os recursos tecnológicos, sendo classificada, desse modo, como multimodal. O idealizador do jogo é o responsável por controlar a revelação gradual da narrativa aos jogadores.
- b) **Enredo:** Parte integrante da narrativa, o enredo compõe os assuntos, tópicos ou conteúdos relacionados a uma área de uma dada disciplina. Numa narrativa de um ARG há possibilidade de conter diversos enredos.
- c) **Desafios/enigmas/quebra-cabeça/missões:** Um ARG contém diversos desafios, e não apenas um, que são apresentados durante o jogo em etapas. Diante dos resultados das soluções das missões, enigmas ou desafios, os participantes unem as peças para chegarem ao desfecho final do jogo.
- d) **Tecnologias:** Uso fundamental em um ARG, as tecnologias permitem a comunicação entre os envolvidos e colaboram na construção e resolução de um dado desafio, além de permitirem, também, que este tipo de jogo não seja desenvolvido exclusivamente de forma presencial. São inúmeros recursos tecnológicos que podem ser aplicados dentro de um ARG, como: redes sociais, gravador de áudio, uso de *QR Code*, *e-mail*, vídeos, dentre outros.
- e) ***Puppetmaster*:** É o idealizador do ARG, conhecido como o mestre do jogo que, no caso, será o professor. Ele que dita o ritmo da narrativa, propondo o lançamento dos desafios e pistas dos enigmas, retornando com um *feedback* sobre o desempenho nas resoluções

propostas. O *puppetmaster* define, também, quais mídias digitais serão utilizadas durante o jogo.

- f) *Rabbit role*: É o ponto de partida para proporcionar a entrada dos jogadores em um ARG. Pode ser um vídeo curto, envio de uma mensagem para um número, uso de um link ou QR Code que direcione para alguma reportagem ou texto, dentre outras possibilidades.
- g) Artefatos: São as ferramentas que têm como finalidade propiciar a fusão da realidade com a ficção dos participantes, envolvendo-os, dessa maneira, na narrativa do jogo.
- h) *Feedback*: A cada etapa do desafio de um ARG, o *puppetmaster* fornece um *feedback* das resoluções propostas pelos jogadores. Desse modo, o professor pode identificar os erros e corrigi-los para que, assim, o jogo não trave e tenha a continuidade.

Como pôde-se observar, o uso das TICs é indispensável em um ARG, que tem a narrativa como parte integrante e força motriz por trás do jogo. Evans, Flintham e Martindale (2014) destacam que a narrativa de um ARG é transmitida aos jogadores por meio de diversas formas midiáticas, como a Internet, sites/aplicativos, reportagem de um jornal, artefatos físicos ou telefonia com o uso de voz, caracterizando, assim, um jogo englobado por um vasto uso das mídias ou tecnologias. Cartas, bilhetes, pacotes, ou seja, artefatos físicos são “tecnologias reais” que aumentam a efetividade da realidade integrada do jogo (Koos de Beer, 2016).

Ainda de acordo com Koos de Beer (2016), pelo fato de os ARGs disseminarem várias mídias durante a história, esse tipo de jogo emprega uma narrativa transmídia. Segundo Figueiredo (2016 apud Jenkins, 2009, p. 138), uma narrativa transmídia “se desenrola por meio de múltiplas plataformas de mídia, com cada novo texto contribuindo de maneira distinta e valiosa para o todo”. Diante disso, para a descoberta de um mistério por trás da trama de um ARG, cada informação passada nos desafios através das mídias contém informações relevantes que funcionam como peças de quebra-cabeça e são moldados pelos jogadores, assim, cada meio dá informação única para o desenrolar da história. Logo, a compreensão do todo é um dos pilares na narrativa dentro de um ARG.

Para constituir a narrativa de um ARG, diferentes metodologias e estratégias podem ser empregadas, levando a possibilidade da utilização da experimentação e casos investigativos nos desafios para a resolução dos problemas apresentados na história. Diante disso, o jogo do tipo ARG permite com que os participantes coloquem em prática a colaboração na busca de respostas dos desafios/enigmas (Cleophas, 2019).

Desse modo, no contexto pedagógico o ARG é uma estratégia de uma aprendizagem colaborativa que possibilita o aprendizado individual por meio de um processo colaborativo

entre os membros do grupo, na exploração das ideias do jogo, em que o estudante poderá compartilhar as suas ideias e debetê-las promovendo, assim, uma discussão em grupo para a resolução de problemas durante a história do jogo (Maciel, 2012).

Conforme defendido por Andrade (2006), os participantes em um ARG somente avançam na história à medida que haja uma colaboração entre eles, seja na discussão de algum desafio presencialmente ou através das mídias digitais. Para Piñero-Otero e Costa-Sanchez (2015), um ARG não é focado somente na busca de um resultado correto dos desafios propostos. Para elas, a colaboração, seja ela entre os jogadores e entre jogadores e *puppetmaster*, tem um fator fundamental por contribuir para que um ARG tenha êxito e que a narrativa seja desenvolvida em coletivo. As autoras citam, também, que o jogo do tipo ARG provoca uma experiência imersiva entre os jogadores, por estes serem os protagonistas e estarem diretamente interligados na aventura do jogo.

Além do mais, o ARG pode ser um mediador na possibilidade de produção de conteúdo durante o desenvolvimento do jogo para a resolução de problema de um desafio, que pode ser um facilitador para a construção de conhecimentos dos estudantes. A criação de vídeos, pequenos textos, tirinhas e áudios são exemplos práticos que podem ser abordados na produção de conteúdo. Essas atividades podem ser incorporadas ao processo de aprendizagem de forma lúdica e interativa, tornando o processo mais dinâmico e atrativo para os estudantes.

3.3 – Categorias das funções de um ARG

Para Koos de Beer (2016), o ARG deve ser um jogo imersivo que envolve o jogador em um nível profundo, integrando-o ao jogo e ao seu espaço. Chechi e Cleophas (2019) complementam que, além de promover um elevado grau de imersão dos alunos, o ARG permite a transição entre dois mundos paralelos, engajando o jogador-aluno por vários dias sem que haja a perda da motivação intrínseca e extrínseca.

Vazquez (2009) destaca as características de jogos imersivos, que são encontradas em um ARG:

- I) a imersão fornece meios para que a quebra da concentração de um jogador não afete a imersão dos demais jogadores;
- II) a ordem se manifesta no jogo a partir de etapas mínimas claras a serem cumpridas que levarão o jogador a atingir o alvo;
- III) o jogador utiliza o mundo real e físico como cenários do jogo, além de integrá-lo ao ambiente virtual; e

IV) o jogador deve utilizar a sua imaginação para abstrair o ambiente onde se encontra e considerá-lo parte do jogo, entre outros elementos do jogo.

Segundo Oliveira (2013), o ARG é uma subcategoria dos jogos pervasivos, um gênero de jogo que explora tanto espaços virtuais eletrônicos quanto os espaços físicos urbanos da realidade concreta, atravessando as fronteiras fluidas entre a realidade e a ficção. Em relação ao ARG ser um subgênero dos jogos pervasivos, Cleophas e Chechi (2018) afirmam: “o jogador ‘mergulhar’ na narrativa criada para jogo, cabendo a essa história ser potencialmente misteriosa e desafiadora para manter um forte engajamento e motivação do jogador para continuar na trama desenvolvida.”

Com base nessas características e outras vistas no tópico anterior, Deus (2019) define cinco categorias que caracterizam o ARG como um jogo pedagógico, sendo elas:

- 1º) Função educativa avaliativa: permite a capacidade do jogo em diagnosticar o conhecimento existente nos alunos;
- 2º) Função educativa formativa: analisa a capacidade de o jogo em debater questões de ensino e aprendizagem para determinados conceitos;
- 3º) Função lúdica imersiva: investiga a imersão que o jogo proporciona;
- 4º) Função lúdica moral: examina a capacidade do jogador-aluno em seguir ou não as regras do jogo; e
- 5º) Função de equilíbrio do professor: a capacidade do professor em equilibrar as quatro funções.

As duas primeiras categorias, funções educativas avaliativa e formativa, estão relacionadas à capacidade de um ARG de atuar como uma estratégia de avaliação diagnóstica dos conhecimentos químicos dos alunos, além de promover o desenvolvimento de habilidades colaborativas na discussão de conceitos. Já as terceira e quarta categorias, as funções lúdicas imersiva e moral, referem-se ao aspecto lúdico de um ARG, proporcionando prazer e diversão aos alunos, com ênfase na experiência imersiva durante a interação entre os jogadores-alunos. A quinta categoria, a função de equilíbrio do professor, está associada no papel mediador do docente, que intervém quando necessário no andamento do jogo, auxiliando os jogadores-alunos a progredirem na aventura do jogo, à proporção que enfrentam dificuldades em solucionar algum desafio ou enigma.

Em relação ao papel central do professor na elaboração e aplicação de jogos no contexto escolar, Deus (2019) ainda destaca no Quadro 1 os objetivos da função do equilíbrio do professor em relação às quatro categorias de análise de um jogo pedagógico (ARG).

Quadro 1: Função de Equilíbrio do Professor no Jogo Pedagógico

Função do Jogo Pedagógico	Função do Equilíbrio do Professor
Função Educativa Avaliativa	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar como os alunos discutem os conceitos e realizam procedimentos; • Utilizar a avaliação no processo de ensino;
Função Educativa Formativa	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir, por meio da aprendizagem colaborativa a discussão conceitual; • Intervir sempre que necessário;
Função Lúdica Imersiva	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um jogo que possibilite a imersão dos jogadores; • Criar cenários que permitam ao aluno discutir livremente os conceitos, colaborando para a avaliação diagnóstica;
Função Lúdica Moral	<ul style="list-style-type: none"> • Entender como os jogadores seguem e interpretam as regras, no sentido da melhoria do jogo e na formação da moral; • Permitir que discussão sobre a melhoria das regras se façam presentes enquanto construções coletivas dos alunos.

Fonte: Deus (2019)

Portanto, para elaborar e aplicar um ARG no âmbito educacional, o professor tem um papel fundamental para que, além de ter a capacidade criativa para desenvolver uma narrativa que provoque a imersão do aluno no jogo, consiga equilibrar as funções lúdicas e educativas e as quatro funções das categorias de um ARG para que, assim, o jogo educativo formativo, do tipo pedagógico, tenha uma grande eficiência no ensino de química.

Após discutirmos o tipo de estratégia que utilizaremos no trabalho, agora abordaremos a temática a ser utilizada: o café.

3.4 – A temática café

3.4.1 – O café: da origem à composição química

O café, uma das bebidas mais populares do mundo, teve seu aparecimento há mais de mil anos na Etiópia, localizada no nordeste da África. A Lenda de Kaldi, amplamente aceita como a origem do café, é a primeira referência conhecida sobre o fruto do café. Kaldi era um pastor de cabras da Etiópia que observou que seus animais ficavam alegres e cheios de energia após o consumo de folhas e frutos de coloração amarelo avermelhada dos arbustos abundantes, em alguns campos do pastoreio. Após experimentar os frutos, Kaldi confirmou suas propriedades estimulantes, e diante disso os etíopes começaram a consumir os frutos do café, em que se alimentavam da sua polpa, produzindo até mesmo um suco (Martins, 2022).

A partir de 1450, o café se popularizou como uma bebida prazerosa e passou a ser um hábito entre os filósofos, tanto em caráter doméstico quanto em encontros coletivos, em que estes ficavam acordados para a prática de exercícios espirituais, assim que tomavam a bebida de café. Foi a Turquia, em 1475, a responsável por propagar o costume de tomar o café, conferindo-lhe um caráter sociável. A partir de então, o consumo da bebida de café passou a ser um ritual que se difundiu pelo mundo (ABIC, 2021).

No Brasil, no ano de 1727, o café foi introduzido graças ao oficial português Francisco de Melo Palheta, responsável por inserir as primeiras sementes da planta de café, no Pará (Martins, 2022). Apesar de estar associado ao sofrimento dos escravos e dos imigrantes, o café teve um papel importante na economia brasileira (Siqueira, 2018). O Brasil é o maior produtor de café no mundo, contando com um parque cafeeiro, da espécie café arábica e conilon (ou robusta), que é distribuído em 15 estados, tendo o de Minas Gerais e o de Espírito Santos como os maiores produtores do café (Brasil, 2023).

Em relação à composição química, o grão de café possui inúmeras substâncias, nas quais estão incluídas a cafeína, a mais conhecida popularmente, compostos fenólicos, aminoácidos, diterpenos, triglicerídeos, derivados de serotonina, entre outras.

O café industrializado pode ser dividido em café torrado e moído e café solúvel. Durante a torrefação do grão de café, há diversas reações químicas que degradam e/ou formam cerca de 2000 compostos químicos (Siqueira, 2018; Saldanha, 2012).

Segundo Souza (2019), a espécie do grão de café, seja arábica ou canéfora (*Coffea arabica* e *C. canephora*), confere uma diferença na composição química e nas características sensoriais da bebida de café. O quadro 2 indica os teores de alguns compostos presentes em ambas as espécies do grão de café.

Quadro 2: Composição química média do grão cru do café arábica e robusta

Compostos	Conteúdo (%)	
	Café arábica	Café robusta
Cafeína	1,0	2,0
Trigonelina	0,8-1,0	0,3-0,7
Ácidos clorogênicos	5,0-7,5	7,0-10,0
Sacarose	6,2-8,2	1,3-4,9
Carboidratos	56,0	55,5
Proteínas	11,0	11,0
Aminoácidos	0,3-0,5	0,3-0,6
Lipídeos	16,0	10,0

Fonte: Souza (2019)

Em relação às características sensoriais da bebida de café, Ramalho e Soares (2018) afirmam que as particularidades da bebida não dependem de apenas um componente, mas da associação entre os compostos. Dentro dessa perspectiva, essas autoras destacam que o amargor e a adstringência da bebida de café são influenciados pela cafeína e por ácidos clorogênicos, enquanto a sacarose e a trigonelina contribuem demasiadamente para o aroma da infusão da bebida.

3.4.2 – Métodos de extração e preparo da bebida de café

A bebida de café é preparada a partir de um processo de extração sólido-líquido que, segundo Veggi (2009), “é uma operação físico-química de transferência de massa, onde os sólidos solúveis e voláteis podem ser extraídos por manter-se contato entre o solvente e os sólidos”. Esse autor ainda destaca que solvente, temperatura, ação mecânica (agitação e pressão) e estrutura molecular do soluto são os principais fatores que exercem influência no processo e rendimento de uma extração.

De acordo com Angeloni *et.al* (2019), a extração sólido-líquido no preparo da bebida de café é alcançada a partir do café torrado e moído e alguns aspectos podem alterar a qualidade dessa bebida, tais como: o tempo da extração, o tempo de contato entre a água e o café moído, a temperatura e pressão da água (para café expresso), o tipo de filtro, processo de fervura e a proporção café moído e água.

Há diversos modos de preparos da bebida de café. Silva, Lana e Almeida (2020) destacam, conforme apresentado no Quadro 3, os diferentes processos (formas de fazer a bebida) utilizados em cada método no preparo do café.

Quadro 3: Termos empregados para classificação dos diferentes modos de preparo do café

Processos	Métodos
Infusão	Café turco, prensa francesa, sachê infusor
Coado	Coador de pano, filtro de papel, cafeteira elétrica
Pressão e Vácuo	Sifão, espresso em cápsulas, pressão manual
Solúvel	Liofilizado, pulverizado, extrato, óleo de café verde, preparado de café
Infusão + coado	Clever

Fonte: Silva, Lana e Almeida (2020)

Silva, Lana e Almeida (2020) apontam que o processo de infusão seria aplicado em todo o método no preparo da bebida de café, entretanto, tal processo é assim designado quando a água permanece em um contato longo com o pó de café, e não somente quando atravessa-o. Neste trabalho, destacam-se três tipos de processos utilizados nos seguintes métodos no preparo da bebida de café: a) infusão, com o uso da prensa francesa; b) coado, com filtro de papel; e c) pressão e vácuo, empregando espresso em cápsulas.

O café filtrado, um dos métodos mais comum no Brasil, é feito adicionando o café moído ao filtro (de papel ou pano) e, após, água quente é despejada sobre essa camada de pó de café. Em seguida, a bebida é filtrada e o seu líquido é transferido para um outro recipiente (MC GEE, 2014). A prensa francesa, por sua vez, também conhecida como “cafeteira francesa”, opera pela adição da água fervente ao pó de café no interior do tubo de vidro, no qual essa mistura é deixada em infusão, no intervalo de 4 a 6 minutos. Posteriormente, empurra-se o êmbolo para o fundo, dissociando o pó de café da bebida pronta, sem sedimentos (GURGEL E RELVAS, 2015).

Por fim, o café expresso, que é feito em poucos segundos e para um consumidor, utiliza-se uma alta pressão quando a água quente passa no café moído, para que haja uma extração substancial dos óleos do grão, o que torna a bebida de café preparada mais forte (com uma maior porcentagem dos grãos de sólido do café), comparada com os métodos da prensa francesa e café filtrado (Mc Gee, 2014). A Figura 1 representa esses três métodos destacados.

Figura 1: Métodos utilizados no preparo da bebida do café, da esquerda para a direita, respectivamente: café filtrado, prensa francesa e café expresso.



Fonte: Autor

3.4.3 – A cafeína: consumo e fontes em bebidas

A cafeína, componente químico mais conhecido da bebida de café, também é encontrado em outras bebidas, como: chás, refrigerante, bebidas energéticas, além de chocolates e cacau (Lima e Fernandes, 2022). A relação da quantidade da cafeína presente nessas bebidas é representada na seguinte Tabela 1.

Tabela 1: Concentração aproximada de cafeína encontrada em alguns produtos à base de cafeína

Bebidas à base da cafeína	Quantidade (mL ou g)	Cafeína (mg)
Café arábica	150	120
Chá verde	150	20-30
Chá preto	150	30-50
Chocolate 70%	60	40-240
Chocolate 30%	60	30
Energético	250	80
Refrigerante de cola	350	35-45

Fonte: Lima e Fernandes (2022)

Observa-se, diante dos dados apresentados na Tabela 1, que a quantidade da cafeína varia de acordo com cada bebida. O café contém uma maior quantidade de cafeína, enquanto o chá apresenta uma proporção três vezes menor. Em relação ao chocolate, o que apresenta uma maior porcentagem de cacau (70%) possui mais cafeína comparado à base de leite (30% de

cacau). Ainda em relação à bebida de café, Nehlig (2016) enfatiza que o café expresso, para 30 mL da bebida preparada, contém cerca de 60 mg de cafeína; já em relação ao café filtrado, para 125 mL, há 85 mg de cafeína. Comparando a proporção de cafeína no café através desses dois métodos de preparo, o expresso contém uma maior parcela, uma vez que esse fato está atrelado ao modo de preparo da bebida, conforme foi visto anteriormente.

Diante disso, paralelamente com uma elevada ingestão de alimentos industrializados, há uma alta ingestão, nos adolescentes, de alimentos que contêm a cafeína, o que torna essa substância sendo uma das mais consumidas no mundo. Na infância, o consumo da cafeína é iniciado em doses baixas de refrigerantes e chás, entretanto, na adolescência, a periodicidade de consumo de refrigerantes é aumentada, assim como o café e outras bebidas, que são ingeridas na rotina desse público (Vizentin, 2022).

3.4.4 – O café e os seus efeitos no organismo

O café ocasiona alguns efeitos no organismo, devido à presença do seu principal componente psicoativo, a 1,3,7-trimetilxantina, conhecida como cafeína (KATZUNG, 2014). Tais efeitos podem ser benéficos, mediante à ingestão de dose baixa de cafeína (50 a 200 miligramas de uma vez), como: aumento de energia, bem-estar, bom humor e memória. Todavia, com uma ingestão de dose elevada desse composto (400 a 800 miligramas numa única sessão), há malefício no consumo de café, como: ansiedade, agitação, insônia, nervosismo e tremores (Nehlig, 2016).

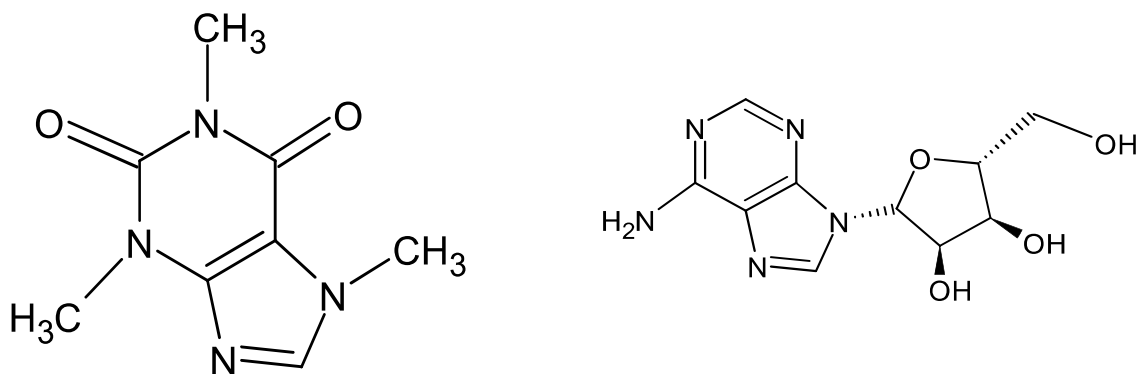
Segundo Carvalho *et al.* (2018), a recomendação de dose diária de cafeína em adultos é equivalente a ingestão de até 400 miligramas, no entanto, doses de 5 a 10 gramas podem ser letais. Para crianças e adolescentes, Nehlig (2016) destaca que a recomendação é uma ingestão diária máxima de cafeína correspondente a 2,5 mg/kg de massa corporal.

Assim que o café é ingerido, a cafeína é rapidamente absorvida no sistema digestório. Dentro do intervalo de 30 a 60 minutos, esse composto atinge o máximo efeito no sistema nervoso central (SNC), tendo como o seu principal mecanismo de ação à similaridade com a molécula da adenosina (Albero *et al.*, 2021). A adenosina, que possui a função de diminuir a concentração de neurotransmissores, como dopamina, glutamato e serotonina, é constituída por quatro receptores: A1, A2A, A2B e A3, dos quais os dois primeiros são envolvidos nas ações da cafeína em doses normais (Lima e Fernandes, 2022). A cafeína é um antagonista do receptor da adenosina, isto é, influencia negativamente a ação da adenosina (Meeusen *et al.*, 2013). Desse modo, a cafeína liga-se aos receptores A1 e A2A, bloqueando-os, levando como

consequência o impedimento da ação inibitória da adenosina, aumentando a concentração de neurotransmissores citados e acarretando, assim, o efeito estimulante no organismo (Alves *et al.*, 2009).

Em relação à similaridade entre as moléculas da cafeína e da adenosina, cujas estruturas são representadas na Figura 2, esta pode ser explicada pela presença, em comum, de funções orgânicas nitrogenadas amina e imina. Segundo McMurry (2014), as aminas são compostos que apresentam um ou mais substituintes orgânicos ligados a um átomo de hidrogênio, RHN_2 , R_2NH ou R_3N . Por outro lado, o autor destaca que as iminas são compostos com o grupo funcional $R_2C=NR$, ou seja, há uma ligação dupla entre os átomos de carbono (C) e nitrogênio (N), diferentemente das aminas, que há ligação(ões) simple(s) entre esses átomos.

Figura 2: Estruturas químicas da cafeína, à esquerda, e da adenosina, à direita.



Fonte: Autor

Outras funções orgânicas podem ser exploradas em relação às estruturas das moléculas da cafeína e da adenosina. Na da cafeína há a função orgânica nitrogenada amida que, de acordo com McMurry (2014), contém o grupo funcional $-CONR_2$, apresentando uma ligação do átomo de nitrogênio (N) com o grupo carbonila ($C=O$). Na molécula da adenosina há funções orgânicas oxigenadas álcool e éter. Conforme Solomons e Fryhle (2013), os álcoois possuem o grupo funcional hidroxila ($-OH$) ligado a um carbono saturado, enquanto os éteres têm o átomo de oxigênio (O) ligado a dois átomos de carbono (C).

Além do mais, o café apresenta eficácia no alívio das cefaleias, conhecidas como “dores de cabeça”. Isso porque no combate aos tipos de cefaleias, a cafeína é encontrada como adjuvante de várias preparações medicamentosas, potencializando a ação dos princípios ativos paracetamol, ibuprofeno e ácido acetilsalicílico utilizados nesse quadro. Para a cefaleia de tensão, entretanto, a cafeína possui efeito analgésico por si só (Alves *et al.*, 2009). Nehlig (2016)

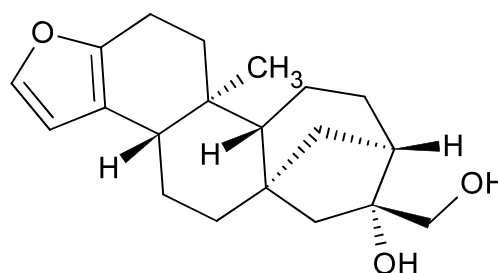
em seu estudo para o combate à cefaleia com 4.262 participantes, fez uma análise comparando o uso de analgésico comum, o ibuprofeno, acrescido de 100 a 130 miligramas de cafeína *versus* a mesma dose com o analgésico isolado, ou seja, sem a presença da cafeína. Os resultados mostraram que cerca de 50% de participantes que tiveram o alívio total da dor de cabeça, sendo que 45% obtiveram alívio com a combinação do analgésico e cafeína, em relação a 37% com o analgésico isolado. Com isso, a adição de cafeína ao analgésico aparenta aumentar a probabilidade do alívio da cefaleia.

Após a ingestão do café, a azia é um sintoma mais relacionado ao sintoma gastrointestinal. Albero *et al.* (2021) destaca que alguns estudos relatam que o café provoca um aumento de desconfortos gastrointestinais e que essa bebida incentiva a secreção ácida estomacal. Contudo, Alves *et al.* (2021) realça que há pessoas mais sensíveis à cafeína e que não há associação entre o consumo de café e o desenvolvimento de úlcera péptica.

3.4.5 – O cafestol, um diterpeno presente na bebida de café

O cafestol, cuja estrutura química está representada na Figura 3, é um diterpeno presente em todo cafeeiro, especialmente nos grãos (Ivamoto *et al.*, 2017). Terpenos são compostos orgânicos da classe dos metabólitos secundários, encontrados em plantas, fungos, insetos e organismos marinhos. O cafestol, por sua vez, faz parte da fração lipídica do grão de café e está presente na sua bebida, sendo extraído por diferentes métodos de preparo, como no expresso e na prensa francesa. Seu teor no café filtrado é incipiente, pois fica retido no filtro de papel ou pano (McGee, 2014).

Figura 3: Estrutura química do cafestol



Fonte: Autor

O teor de cafestol na bebida de café fervido e não filtrado é de 6 a 12 miligramas/xícara, em contrapartida, no filtrado a dose desse composto é muito inferior, com cerca de 0,1 a 0,2 miligramas/xícara. Diante disso, o café fervido e não filtrado contribui para o aumento da quantidade de colesterol de baixa densidade LDL (Lipoproteína de Baixa Densidade) no

