



A FORMAÇÃO DE PROFESSORES FUNDAMENTADA NA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA: TOMADA DE CONSCIÊNCIA, METODOLOGIAS ATIVAS E JOGOS NO ENSINO SUPERIOR

Matheus Souza de Santana

UESB

tecomatheus@hotmail.com

Jerry Adriane Pinto de Andrade

UESB

jerryapa@uesb.edu.br

Resumo: O artigo propõe uma reflexão sobre o ensino de Biologia Celular e a Formação Inicial de Professores para o Ensino de Biologia (FIPEB), tendo como referencial teórico a Epistemologia Genética (EG), especialmente a partir das contribuições de Jean Piaget. A análise centra-se nos processos de Tomada de Consciência (TC) e na relação entre o Fazer e o Compreender, compreendidos como o movimento do “por que” ao “como” e do “fazer” ao “compreender”, considerados fundamentos essenciais para uma aprendizagem significativa, crítica e transformadora. O estudo busca compreender e fomentar práticas formativas no ensino superior que incorporem metodologias ativas, com destaque para o uso de jogos didáticos, em consonância com os desafios do século XXI.

Palavras-chave: Formação; Metodologias ativas; Jogos; Ensino superior.

Introdução

O artigo propõe uma reflexão sobre o ensino de Biologia Celular e a Formação Inicial de Professores para o Ensino de Biologia (FIPEB), tendo como referencial teórico a Epistemologia Genética (EG), especialmente a partir das contribuições de Jean Piaget. A análise centra-se nos processos de Tomada de Consciência (TC) e na relação entre o Fazer e o Compreender, compreendidos como o movimento do “por que” ao “como” e do “fazer” ao “compreender”, considerados fundamentos essenciais para uma aprendizagem significativa, crítica e transformadora. O estudo busca compreender e fomentar práticas formativas no ensino superior que incorporem metodologias ativas, com destaque para o uso de jogos didáticos, em consonância com os desafios do século XXI.

Nesse contexto, evidencia-se a urgência de repensar a postura docente, os fundamentos epistemológicos e as práticas pedagógicas que sustentam a atuação educativa. O uso de jogos didáticos é analisado como estratégia metodológica capaz de

promover o engajamento dos estudantes, estimular o protagonismo discente e favorecer a construção coletiva do conhecimento. A abordagem metodológica articula fundamentos teóricos e experiências formativas em que os jogos atuam como instrumentos de mobilização de saberes, resolução de problemas e desenvolvimento da autonomia intelectual e moral. Defende-se que, quando mediados de forma intencional e consciente, os jogos contribuem não apenas para a aprendizagem de conteúdos complexos, como os da Biologia Celular, mas também provocam desequilíbrios cognitivos que impulsionam a tomada de consciência dos próprios processos de aprendizagem, contribuindo para uma formação docente mais crítica, ética e inovadora.

1. Formação de Professores de Biologia no Século XXI: Práticas Reflexivas, Tomada de Consciência e a Relação Fazer-Compreender

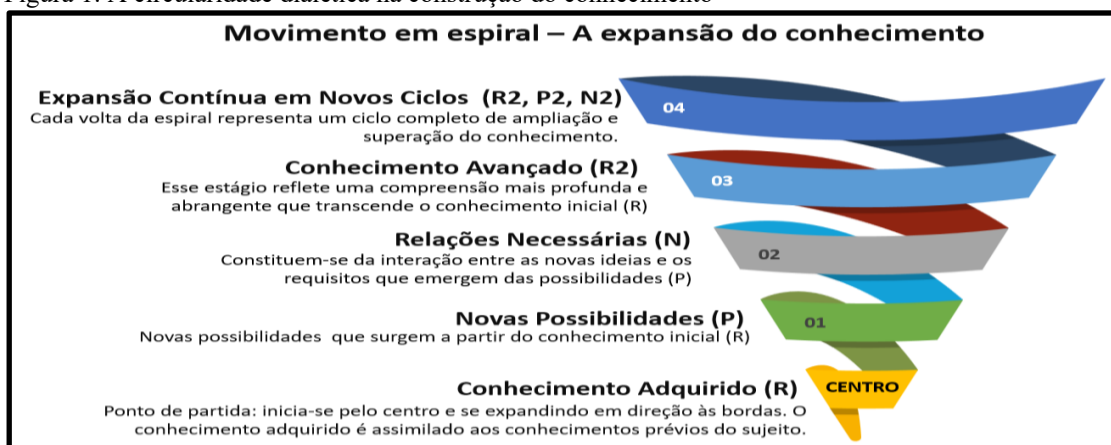
Segundo Piaget (1977; 1978), a TC ocorre por meio da ação e da coordenação progressiva entre o fazer e o compreender. Nos contextos formativos, isso implica uma prática pedagógica que desafie o aluno a agir, refletir, reorganizar esquemas e atribuir significados aos conceitos. O uso de jogos como recurso pedagógico promove tais experiências, ao articular raciocínio, regulação de regras e negociação de sentidos.

Santana (2025, p.42) ilustra essa dinâmica espiralada de expansão do conhecimento, conforme figura 1 — representada pela sequência $R \Rightarrow P \Rightarrow N \Rightarrow R2$ de acordo com Piaget (1996, p.204) — é particularmente produtiva quando aplicada ao ensino de conteúdos complexos, como os da Biologia Celular, durante a formação inicial de professores. Ao tomar como ponto de partida um conhecimento prévio (R), o aluno é convidado, por meio de jogos didáticos, a explorar novas possibilidades (P) de representação, sistematização e problematização dos conceitos. Tais possibilidades não se configuram de maneira arbitrária, mas em articulação com necessidades conceituais (N) que emergem à medida que o sujeito se depara com lacunas de compreensão ou incoerências operatórias. O preenchimento dessas lacunas, por sua vez, resulta em um novo nível de organização cognitiva (R2), mais elaborado e consciente.

Nos jogos elaborados para o ensino de Biologia Celular, como aqueles que abordam o ciclo celular e os mecanismos de apoptose, a síntese proteica, é possível identificar, com clareza, esse processo em espiral. Ao jogarem, os estudantes são

convidados a ativar seus conhecimentos prévios (R) sobre o tema, aplicando-os em situações-problema que exigem a formulação de estratégias, a leitura de regras, a antecipação de ações e a tomada de decisões — o que implica uma abertura a novas possibilidades (P). Essas possibilidades confrontam o sujeito com a necessidade de reorganizar seu pensamento (N), levando à construção de novos significados que resultam em um conhecimento mais estruturado (R2).

Figura 1: A circularidade dialética na construção do conhecimento



Fonte: elaborado por Santana (2025, p.42) adaptado de Piaget (1996, p.204)

Por exemplo, ao utilizar um jogo sobre o ciclo de divisão celular, os alunos precisam reconhecer fases específicas (como intérfase, mitose, citocinese), identificar seus marcadores principais e compreender os processos que ocorrem em cada etapa. Porém, o jogo não se limita a reforçar a memorização sequencial. Ele propõe desafios que exigem a compreensão das funções reguladoras de proteínas como as ciclinas e as quinases, ou a análise de situações de desequilíbrio que levam à apoptose ou à proliferação celular descontrolada — como no caso do câncer. Tais situações geram desequilíbrios cognitivos que, ao serem superados, promovem reequilibrações, acompanhadas por tomadas de consciência sucessivas.

Essa lógica também se aplica a jogos centrados no processo de síntese de proteínas, nos quais os participantes devem coordenar etapas da transcrição e tradução, compreender a função dos RNAs e relacionar o código genético com a produção de cadeias polipeptídicas. Ao jogar, o aluno transita do uso mecânico de conceitos isolados para uma compreensão relacional e sistêmica, ampliando sua capacidade de explicar, argumentar e intervir pedagogicamente sobre o conteúdo. A internalização das regras do jogo e a capacidade de explicá-las ou adaptá-las indicam uma TC das estruturas

subjacentes ao conteúdo biológico e ao “próprio processo de aprendizagem (Santana, 2025).

Desse modo, os jogos não apenas viabilizam a construção de conhecimentos biológicos de forma lúdica e envolvente, mas também favorecem a formação do pensamento reflexivo, crítico e autônomo — aspectos fundamentais na formação de professores. Ao conjugar ação e reflexão, os jogos funcionam como dispositivos que acionam o “motor das interdependências” (Piaget, 1996, p.204-205), promovendo o desenvolvimento de estruturas cognitivas que sustentam a prática docente como prática consciente e intencional.

Assim, o fazer-compreender na FIPEB não se limita a uma prática pedagógica ativa, mas se qualifica como uma prática intencionalmente formativa, que provoca desequilíbrios e reequilibrações cognitivas e amplia o campo de possibilidades do sujeito em formação. Essa perspectiva dialética, que vê o conhecimento como construção progressiva e regulada por sucessivas tomadas de consciência, redefine o lugar do jogo no currículo da formação docente, não como um recurso ilustrativo, mas como uma metodologia capaz de articular epistemologia e prática pedagógica, teoria e ação, sujeito e objeto, ensino e aprendizagem (Piaget, 1996 apud Santana, 2025).

Desse modo, compreender os processos da TC na FIPEB sob o prisma da espiral dialética proposta por Piaget permite situar o processo de ensino-aprendizagem como um movimento contínuo de equilibrações, em que o jogo didático atua como mediador entre o fazer e o compreender. A articulação entre ação e reflexão promove a TC potencializando a reorganização de esquemas mentais e a construção significativa dos saberes docentes. Longe de ser um recurso auxiliar, o jogo se constitui como estratégia epistemologicamente fundamentada, capaz de provocar deslocamentos cognitivos, ampliar o campo dos possíveis e sustentar o desenvolvimento de uma prática pedagógica mais crítica, autônoma e transformadora. Ao integrar teoria e prática, os jogos reafirmam seu papel como instrumentos legítimos para formar professores que compreendem, intervêm e se transformam ao ensinar.

A espiral dialética como processo de TC, simboliza a progressão contínua do processo dialético entre sujeito e objeto, com cada volta representando um ciclo de ampliação e superação do conhecimento, evidenciando a dinâmica do desenvolvimento

cognitivo, de acordo com Piaget (1996). A interiorização constrói as estruturas operatórias, enquanto a exteriorização gera novos possíveis (P) de natureza causal. Esses processos refinam continuamente o conhecimento, resultando em novos conhecimentos adquiridos (R2, R3, R4). À medida que o sujeito evolui, as relações entre o possível e o necessário tornam-se mais complexas, essenciais para a compreensão do mundo. O processo dialético relativiza conceitos absolutos e forma sistemas complexos, com os elementos sendo partes de um todo interconectado, onde o progresso segue uma espiral (Figuras 3 e 4), influenciando-se mutuamente (Becker, 2010; Piaget, 1977; 1996).

A TC, na perspectiva dialética dos jogos de regras, manifesta-se na interdependência entre ações dos jogadores, regras e estratégias, onde cada movimento influencia e é influenciado pelos demais elementos do jogo. Esse processo envolve o mecanismo inferencial, em que decisões são tomadas com base em experiências anteriores e na análise do presente, permitindo a antecipação e adaptação contínua. Segundo Santana (2025, p. 44) apud Piaget (1996), essa “complexidade se expressa em um processo espiralado”, como ilustra a Figura 2. Para Piaget (1996), a TC nos jogos de regras revela-se na articulação entre ação, norma e reflexão, compondo um cenário rico em estratégias, onde o raciocínio se desenvolve de forma dinâmica e progressiva.

Figura 2: Movimento em espiral - A dialética nos Jogos de Regras



Fonte: Adaptado por Santana (2025, p.44) a partir Piaget 1996, p.198-204,206,209

A conexão entre o jogo e os conceitos de Biologia Celular favorece uma compreensão mais aplicada e profunda. Nesse processo, a Tomada de Consciência (TC)

articula-se a três princípios: 1) Organização, que se reflete na lógica das atividades; 2) Cooperação/Autonomia, presente na interação e na coordenação das ações; e 3) Interdependência, evidenciada na relação entre teoria e prática em uma espiral dialética de aprendizagem. Piaget (1978) destaca que tais construções se apoiam em coordenações exógenas e endógenas, que são solidárias e interdependentes. No caso do jogo sobre replicação do DNA e proteínas (TEMA 2 – JOGO 2 e TEMA 3 – JOGO 3), a articulação entre conceituação e ação: o conhecimento guia o jogar, e o jogar reconfigura a compreensão. Esse ciclo dialético (conceituação–ação–reconceituação) promove sucessivas TC e ajusta a complexidade do jogo ao nível de compreensão dos alunos, o que é essencial na perspectiva piagetiana.

A aprendizagem significativa requer o equilíbrio entre desafio e interesse. Jogos restritos ou pouco interativos podem reduzir o engajamento e dificultar a assimilação de conceitos. Por isso, é no jogo bem estruturado que o aprender se torna uma experiência transformadora, onde os jogadores também se transformam ao compreender mais profundamente o que fazem e por que fazem.

2. O Potencial dos Jogos Didáticos como Metodologia Ativa na Formação Inicial de Professores no Ensino Superior no Século XXI

A FIPEB exige mais do que a simples aquisição de conteúdos: demanda a formação de sujeitos críticos, capazes de refletir sobre os processos de ensino-aprendizagem e os saberes que constroem. Nesse contexto, a EG constitui um referencial teórico fundamental ao compreender o conhecimento como produto de uma construção ativa, em que o sujeito interage com o objeto, organiza esquemas de ação e reconstrói significados por meio da TC. Essa perspectiva permite entender a aprendizagem docente como um processo dinâmico e dialético, no qual a ação precede e fundamenta a reflexão. A transição do fazer ao compreender e do “por que” ao “como” ocorre de modo contínuo e interdependente. A medida que se caminha nessa espiral dialética, o compreender direciona a ação criando um círculo: ação- reflexão-ação (Piaget, 1977,1978).

Piaget (1975) entende o desenvolvimento como um processo de mudanças progressivas, moldado por fatores genéticos, biológicos, culturais e ambientais. Já a aprendizagem é a internalização de novos conhecimentos que provocam mudanças

duradouras no comportamento. Nesse cenário, os jogos didáticos ganham destaque ao conectar diversão e aprendizagem, criando um ambiente propício para o desenvolvimento simultâneo de competências cognitivas e afetivas. Por meio de uma vivência lúdica dos conceitos científicos, os jogos desafiam os alunos a conectar saberes prévios com novas descobertas, incentivando uma reflexão constante (Santana 2025).

A dialética presente nos jogos de regras reflete um processo contínuo de interação e adaptação. Ao enfrentarem desafios, os alunos reconfiguram suas estruturas cognitivas permitindo que o sujeito reconstrua seus entendimentos diante de novas situações, permitindo novas TC. Nesse contexto, os jogos didáticos não apenas promovem a assimilação de conteúdos, mas também atuam como catalisadores da acomodação cognitiva, essenciais para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e crítica.

O diálogo é central na formação docente. Mais do que uma ferramenta de comunicação, representa um espaço de transformação. Integrando a abordagem piagetiana à concepção freiriana de educação como “prática de liberdade” (Freire, 1979c), os jogos didáticos tornam-se oportunidades para a reflexão crítica e a construção cooperativa do conhecimento. As rodas de conversa realizadas antes, durante e após os jogos configuram espaços de tomada de consciência (Becker, 2010), nos quais os futuros professores discutem e reconfiguram suas práticas, promovendo uma aprendizagem não apenas cognitiva, mas também moral e ética.

O contexto em que os jogos são inseridos define não só o significado da atividade, mas também influencia as interações sociais, emocionais e cognitivas durante a experiência. Segundo Macedo, Petty e Passos (2005), é essencial que o educador compreenda as especificidades do contexto para adaptar os jogos e potencializar seu papel no desenvolvimento integral dos alunos, alinhando-se aos objetivos curriculares.

Para que a experiência educativa com jogos seja dinâmica e significativa, Santana (2025, p.47) propõe-se uma estrutura em três momentos: 1) **Antes do jogo**: seleção e organização do jogo, preparação do ambiente e explicação das regras; 2) **Durante o jogo**: o professor atua como mediador e árbitro, garantindo autonomia e equidade; 3) **Após o jogo**: sistematização dos conteúdos e promoção de reflexões que consolidem o

aprendizado. Essas etapas exigem do professor uma formação sólida em design de jogos e em estratégias pedagógicas (Piaget, 1972, p. 68–71).

A FIPEB para o uso de jogos à luz da EG deve contemplar os seguintes aspectos:

- 1) Princípios de Design de Jogos: Desenvolvimento de jogos educativos considerando mecânica, narrativa, visual e cooperação (Piaget, 1970a; 1975; 1994);
- 2) Objetivos Educacionais: Alinhamento com os objetivos curriculares e o desenvolvimento cognitivo (Piaget, 1970a);
- 3) Integração no Currículo: Planejamento para enriquecer conteúdos, especialmente em Biologia Celular (Andrade 2013; Piaget, 1970a);
- 4) Técnicas de Avaliação: Interpretação das ações dos alunos nos jogos como indicadores de compreensão (Piaget, 1977; 1994);
- 5) Engajamento e Motivação: Criação de jogos que promovam participação ativa e interesse contínuo (Andrade 2013; Piaget, 1970a; 1978; 1994);
- 6) Adaptação e Inclusão: Desenvolvimento de jogos acessíveis a diferentes perfis de alunos (Piaget, 1970a; 1977; 1996).

A partir das experiências vivenciadas na formação inicial, futuros professores de Ciências e Biologia podem ser inspirados a criar vivências interativas e envolventes com seus alunos. Conforme Macedo (1993, p. 25–31), jogos bem planejados integram os conteúdos curriculares de forma significativa e adaptam os desafios ao nível dos estudantes. O professor, como maestro da aprendizagem, ajusta as atividades para promover uma construção ativa do conhecimento, respeitando as fases do desenvolvimento cognitivo. A seguir, no Quadro 1, são apresentados quatro aspectos que enriquecem essa formação.

Quadro (1): Aspectos da Formação de Professores baseados na Epistemologia Genética

Aspecto	Descrição
1. Seleção e Aplicação Estratégica de Jogos	Os educadores escolhem jogos alinhados aos objetivos curriculares e ao nível dos alunos, ajustando desafios para promover habilidades como resolução de problemas e pensamento crítico (Piaget, 2002, p. 143).
2. Adaptação às Necessidades Individuais	Modificação e adaptação das regras e atividades para garantir a participação e o benefício de todos os participantes. (Piaget, 2002, p. 143)
3. Promoção de um Ambiente de Aprendizagem Dinâmico	Jogos bem escolhidos e adaptados às necessidades individuais, tornam a sala de aula mais envolvente, permitindo exploração prática e divertida dos conceitos (Piaget, 2002, p. 143).
4. Integração com o Desenvolvimento Cognitivo	O professor observa as decisões dos alunos os jogos ajustados para o ensino, possibilita o desenvolvimento intelectual e a observação docente quanto às decisões dos alunos durante as jogadas para maximizar a abordagem dos conteúdos (Piaget, 2002, p. 143).

Fonte: Santana (2025, p.48) inspirado na obra: A Psicologia da Criança de Piaget (2002, p.143)

Piaget (1970a, p. 68-71) já nos instigava a compreender o aprendizado como um processo ativo, no qual o aluno participa como protagonista, explorando, argumentando

e resolvendo problemas. Metodologias ativas, como jogos e projetos, favorecem essa postura investigativa e criativa, promovendo o desenvolvimento integral e a construção significativa do conhecimento, conforme apresentado no Quadro 2.

Ao transformar a sala de aula em um espaço dinâmico e experimental, os jogos didáticos emergem como ferramentas potentes, capazes de abordar desde conteúdos simples até os mais complexos, como os de Biologia Celular. Nesse campo fértil de aprendizagem, quatro elementos-chave sustentam a profundidade do saber construído — a seguir apresentados no Quadro 3.

Quadro (2): Aspectos que qualificam a formação inicial docente para o uso de jogos didáticos – Categorias de Análise

Aspecto	Descrição
1. Ganhos em termos de prática	Os jogos didáticos permitem ao licenciando vivenciar situações reais de ensino, promovendo o desenvolvimento de habilidades pedagógicas e criativas.
2. Ganhos em termos de ensino-aprendizagem	Potencializam a compreensão dos conteúdos por meio da ludicidade, estimulando o raciocínio, a resolução de problemas e a participação ativa dos estudantes.
3. Ganhos em termos de compreensão conceitual	Favorecem a construção e reconstrução dos conceitos científicos, permitindo que o aluno relacione saberes prévios e novos conhecimentos com maior clareza.
4. Ganhos em termos de reflexão sobre a prática	Promovem a tomada de consciência sobre o próprio processo de ensino, incentivando a problematização e possíveis modificações na prática pedagógica.

Fonte: Santana (2025, p.109-147)

Quadro (3): Elementos que sustentam a aprendizagem significativa com jogos didáticos na formação inicial docente

Elemento	Fundamentação teórica e descrição
1. Aprendizagem Ativa	O aluno é protagonista, constrói sentido a partir da ação e da reflexão. Piaget (1970a, p. 152, 154) ressalta a importância da assimilação e acomodação.
2. Exploração e Descoberta	A curiosidade e a experimentação guiam a aprendizagem. Piaget (1975, p. 70) destaca o papel das reações circulares e da descoberta na construção do conhecimento.
3. Construção do Conhecimento	O saber emerge da interação com o mundo e da resolução de problemas concretos. Piaget (1970a, p. 68) valoriza a ação como origem do conhecimento.
4. Desenvolvimento Cognitivo	O jogo favorece o pensamento crítico, a colaboração e o ajustamento contínuo do aluno. Piaget (1999, p. 3-42) e Becker (2010, p. 31) reforçam a importância da motivação e da interação.

Fonte: Santana (2025, p. 50) inspirado em: Piaget (1967b, 1970a, 1975, 1999), Becker (2010)

3 – Jogos Didáticos e Epistemologia Genética: Estratégias para o Plano de Aula

A EG sugere que os jogos didáticos são ferramentas poderosas para a construção do conhecimento, pois oferecem experiências práticas que estimulam tanto a ação quanto a reflexão (Piaget, 1975). Esses jogos criam um ambiente interativo onde os alunos podem

testar estratégias e desenvolver habilidades críticas, aumentando o engajamento e a eficácia do aprendizado, além de facilitar a assimilação dos conteúdos.

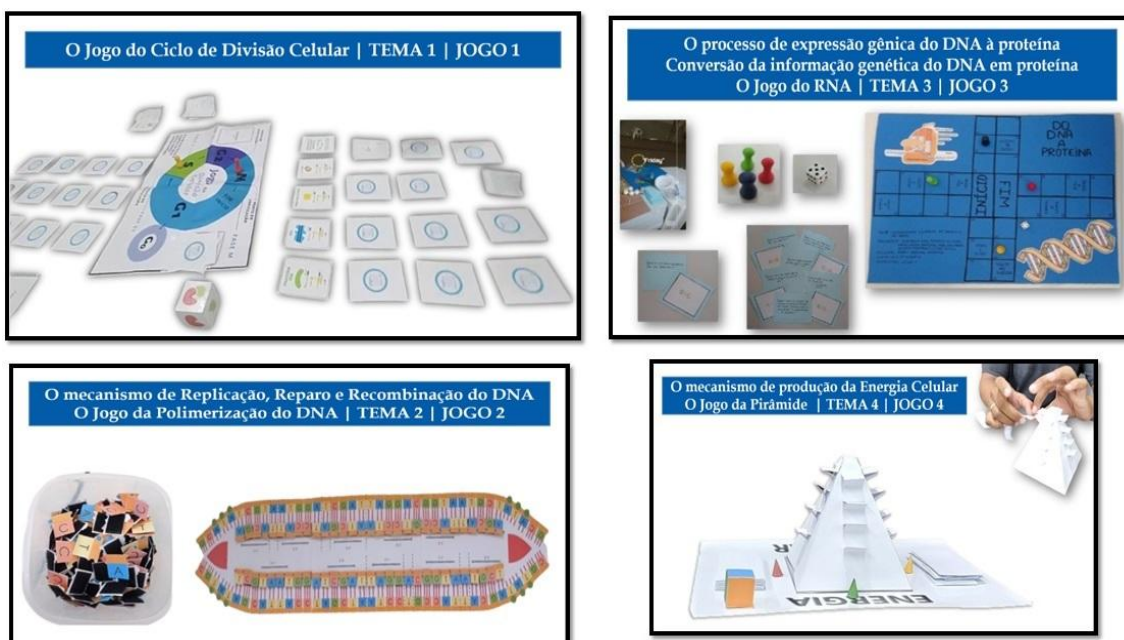
A escolha dos jogos deve levar em conta a classificação piagetiana: “jogos de exercícios” (Piaget, 1975, p.128), que evoluem para “jogos simbólicos” ou “jogo de imaginação” (Ibid., p.11), e a seguir, em “jogos de regras” (Ibid., p.138) e as necessidades cognitivas dos alunos (Andrade 2013, 2024; Becker, 2010; Piaget, 1977,1978) e sua aplicação requer planejamento e avaliação cuidadosos para garantir sua eficácia. Contudo, a adaptação desses jogos à realidade da sala de aula pode apresentar desafios.

A relação entre "*fazer*" e "*compreender*" é essencial para entender o processo de TC, embora os estudos de Piaget (1997, 1978) fundamentem pesquisas sobre jogos de regras, ainda há uma lacuna na utilização de jogos didáticos desenvolvidos com base na EG para o ensino de Biologia Celular no Ensino Superior, o que justifica a escolha do tema de pesquisa.

3.1 – Explorando a Biologia Celular Através de Jogos: da conceituação à ação

A utilização de jogos didáticos no ensino de Biologia Celular, especialmente no contexto da FIPEB, constitui uma estratégia potente de mobilização conceitual, ao favorecer a aprendizagem ativa e a tomada de consciência (TC) dos mecanismos celulares por meio da ação e da representação. Inspirado nas concepções piagetianas do *fazer e compreender* (Piaget, 1978) e na espiral dialética (Piaget, 1996) como processo formativo para a TC (Piaget, 1977), o uso dos jogos didáticos configura-se como prática pedagógica capaz de ativar o raciocínio, ampliar a significação dos conteúdos e permitir que o futuro docente vivencie, reflita e reelabore os saberes científicos em sua gênese.

Durante o desenvolvimento da pesquisa de mestrado, participaram ao todo 109 alunos distribuídos entre os cursos de Odontologia, Fisioterapia e Licenciatura em Ciências Biológicas. No semestre 2022.2, 32 alunos da disciplina de Biologia Básica (DCB 0041) do curso de Odontologia participaram da construção inicial dos jogos didáticos (Momento 1), enquanto 5 licenciandos em Ciências Biológicas, na disciplina MPBC (DCB 0721), atuaram no aperfeiçoamento dos jogos e na coleta de dados (Momento 2). Também em 2022.2, 38 alunos de Fisioterapia (Citologia e Genética – DCB 0009) participaram da atividade. Já em 2023.1, outros 34 estudantes de Fisioterapia contribuíram para a reestruturação dos jogos e a continuidade da coleta de dados (Momento 3).



Fonte: Jogo 1 – Santana (2025, p. 55); Jogo 2 – Santana (2025, p.56); Jogo 3 – Santana (2025, p.57); Jogo 4 – Santana (2025, p. 58). Imagem do Tabuleiro, Cartas, Dados e Manual do jogo elaborados pelos alunos durante os seminários na etapa de Qualificação dos Jogos

A Biologia Celular, disciplina fundamental para a compreensão das ciências da vida, apresenta desafios recorrentes aos alunos, em função da complexidade dos conceitos que aborda. Com o objetivo de tornar a aprendizagem mais acessível, significativa e engajadora, foram desenvolvidos jogos didáticos sobre os seguintes temas: **Ciclo de Divisão Celular** (Tema 1), **Do DNA à Proteína: Como as Células Leem o Genoma** (Tema 2), **Replicação, Reparo e Recombinação do DNA** (Tema 3) e **Geração de Energia em Mitocôndrias e Cloroplastos** (Tema 4). Conforme a figura 3, tais jogos

incentivam a exploração interativa e são concebidos para contemplar diferentes estilos e ritmos de aprendizagem. A seguir, descreveremos de forma objetiva cada um dos jogos.

3.1.1 – Jogo do Ciclo de Divisão Celular | TEMA 1 | JOGO 1

O ciclo celular, fundamental para a sobrevivência e reprodução das células, é composto pelas fases G1, S, G2 e M, cada uma regulada por mecanismos específicos que asseguram a progressão adequada do processo. Para facilitar a compreensão dessas etapas, foi criado um jogo de tabuleiro baseado em regras, que simula o ciclo celular (Figura 3). Nele, os jogadores percorrem as fases, enfrentando desafios como a duplicação de organelas e a ativação de complexos proteicos. A fase M inclui um minijogo da memória, em que os participantes devem associar subfases às suas funções. A progressão no jogo é determinada por lançamentos de dados, e vence quem completar o jogo da memória da fase M mais rapidamente, concluindo o ciclo celular. **Propósito de aprendizagem:** compreender o papel do complexo Ciclina-CDK (verde e vermelho) e os fatores que regulam a transição entre as fases. **Público-alvo:** estudantes do Ensino Superior, com possibilidade de adaptação para o Ensino Médio.

3.1.2 – Jogo de Tabuleiro da Polimerização do DNA | TEMA 2 | JOGO 2

Desenvolvido por estudantes (Figura 4), este jogo ensina de forma interativa o processo de replicação do DNA. Inspirado no pareamento de bases, o objetivo é formar uma fita complementar de DNA. No tabuleiro, os jogadores avançam por nucleotídeos usando peças que representam helicase, proteínas SSB e a fita molde. O dado determina quantos nucleotídeos serão adicionados, enquanto cartas surpresa trazem desafios que tornam a dinâmica mais envolvente. Vence quem completar a fita primeiro. Para ampliar o desafio, podem ser incluídas perguntas sobre enzimas e bases nitrogenadas. **Propósito:** Compreender a replicação do DNA de maneira lúdica. **Público-alvo:** Ensino Superior, com possibilidade de adaptação para o Ensino Médio (1ª série).

3.1.3 – O Jogo do RNA | TEMA 3 | JOGO 3

Esse jogo de tabuleiro (Figura 5) busca ensinar, de forma interativa, o

funcionamento do RNA. Com peões, dados e cartas de perguntas, os jogadores avançam respondendo questões sobre DNA, RNA e proteínas. O tabuleiro inclui casas de início, perguntas, comandos e fim de jogo. Acertos permitem avançar; erros fazem retroceder. A proposta alia diversão e aprendizagem, incentivando o raciocínio e a estratégia. As perguntas podem ser adaptadas para aprofundar o conteúdo ou diversificar os desafios. **Propósito:** Compreender o papel do RNA e suas etapas, desenvolvendo também habilidades como pensamento crítico e cooperação. **Público-alvo:** Ensino Superior, com adaptação possível para o Ensino Médio.

3.1.4 – Jogo da Pirâmide: Produção da Energia Celular | TEMA 4 | JOGO 4

Com formato inusitado de pirâmide, este jogo de tabuleiro propõe uma dinâmica divertida para aprender sobre a produção de energia celular. Cada lado possui dez degraus, totalizando quarenta casas. Os jogadores sobem respondendo perguntas sobre glicólise, ciclo de Krebs, cadeia transportadora de elétrons e fosforilação oxidativa. Há também cartas com penalidades, como trava-línguas e desafios. **Propósito:** Compreender, de forma lúdica, os processos de conversão de energia celular. **Público-alvo:** Ensino Superior, com possibilidade de adaptação para o Ensino Médio.

4. Aprender Fazendo, Ensinar Compreendendo: A Epistemologia Genética e os Desafios da Formação Inicial em Biologia Celular no século XXI

A formação de professores para o ensino de Biologia Celular no Ensino Superior exige mais do que o domínio teórico do conteúdo. No cenário educacional do século XXI, marcado por rápidas transformações sociais, tecnológicas e cognitivas, torna-se urgente preparar educadores capazes de mobilizar estratégias pedagógicas inovadoras que desenvolvam pensamento crítico, autonomia intelectual e protagonismo discente.

Nesse horizonte, a Epistemologia Genética, formulada por Piaget (1971), oferece uma contribuição essencial ao compreender a aprendizagem como um processo ativo de construção do conhecimento. O conceito de Tomada de Consciência (Piaget, 1977; 1978), central em sua teoria, destaca que o saber não é simplesmente transmitido, mas internalizado por meio da ação, experimentação, conflito cognitivo e reflexão sobre a própria prática. Essa perspectiva rompe com modelos tradicionais de ensino centrados na

memorização e fortalece a ideia de que o professor deve ser mediador e estimulador de aprendizagens significativas.

Para que essa visão se concretize na formação docente, é fundamental a incorporação de metodologias ativas de aprendizagem (Piaget 1970a), especialmente o uso de jogos didáticos no contexto do ensino superior. Os jogos, quando bem elaborados, não apenas despertam o interesse e o engajamento dos estudantes, mas também atuam como dispositivos cognitivos que facilitam a compreensão de conceitos abstratos da Biologia Celular — como processos celulares, estruturas microscópicas e interações bioquímicas — tornando-os mais acessíveis e compreensíveis por meio da ludicidade, da simulação e da resolução de problemas.

Além disso, o uso de jogos favorece o trabalho colaborativo, estimula a tomada de decisões, amplia a capacidade de argumentação e permite ao professor em formação vivenciar, refletir e aperfeiçoar sua prática pedagógica. Ao planejar, aplicar e avaliar atividades baseadas em jogos, o futuro docente desenvolve competências fundamentais para o exercício crítico e criativo da profissão.

Portanto, formar professores para os desafios do século XXI requer ir além da técnica: exige uma compreensão profunda de como se aprende e como se ensina com sentido. Ao articular os fundamentos da Epistemologia Genética com abordagens pedagógicas ativas, criativas e contextualizadas, como os jogos didáticos, potencializa-se a formação docente, transformando o ensino de Biologia Celular em um espaço dinâmico de investigação, construção e ressignificação do conhecimento.

Considerações Finais

Ancorados na Epistemologia Genética, os jogos didáticos atuam como verdadeiros mediadores cognitivos, potencializando a tomada de consciência, o raciocínio científico e a construção ativa do conhecimento. Quando integrados à Formação Inicial de Professores para o Ensino de Biologia (FIPEB), esses recursos abrem espaço para práticas formativas centradas na ação, reflexão e internalização dos conceitos científicos — pilares da aprendizagem significativa.

Nesse contexto, os jogos deixam de ser apenas elementos lúdicos e assumem o papel de instrumentos epistemológicos, capazes de mobilizar esquemas mentais,

promover a resolução de problemas e desenvolver a autonomia intelectual dos futuros docentes. O processo de tomada de consciência, conforme descrito por Piaget (1996, p.198-204, 206, 209), e ilustrado nas figuras 1 e 2, evidencia a espiral evolutiva entre o fazer e o compreender, ampliando a capacidade crítica e investigativa do sujeito em formação.

A análise bibliográfica e o levantamento bibliométrico apresentados no Apêndice A – “O Estado da Arte” (Santana, 2025, p. 30-31, 192-195), apontam que, apesar do reconhecimento crescente dos jogos didáticos na formação docente, ainda é incipiente a incorporação sistemática dos fundamentos da EG nesses recursos. A ausência de referências explícitas aos conceitos piagetianos em materiais voltados ao ensino de Ciências e Biologia reforça a necessidade de novas pesquisas e práticas pedagógicas que integrem de forma mais profunda teoria e prática.

Conclui-se, portanto, que a inserção crítica e fundamentada dos jogos didáticos no currículo da formação docente em Biologia Celular amplia não apenas as possibilidades de aprendizagem dos futuros professores, mas também fortalece uma abordagem pedagógica coerente com os desafios do ensino no século XXI. Essa integração contribui para o desenvolvimento de profissionais reflexivos, criativos e capazes de transformar suas práticas, alinhando-se aos princípios da Epistemologia Genética e às demandas de uma educação mais investigativa, significativa e humanizada.

Palavras-chave: Epistemologia Genética; Formação Docente; Metodologias Ativas.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da Biologia Celular**. Capítulo 6 – Replicação, reparo e recombinação de DNA [p.197-222]; Capítulo 7 – O ciclo de divisão celular [p.223-260]; Capítulo 14 – Geração de Energia em Mitocôndria e Cloroplastos [p.447-486]; Capítulo 18 – O ciclo de divisão celular [p.603-644]; 4ª ed. ArtMed, Porto Alegre, 2017, 866p.

ANDRADE, J. A. P. **Biotecnologia, representação e tomada de consciência: aprendizagem nos cursos de ciência da saúde na UESB**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, 238p. 2013.

ANDRDADE, Jerry Adriane Pinto De. **A formação da inteligência na epistemologia genética: interface com a educação em ciências na primeira infância**. CONEDU -



Ensino de Ciências (Vol. 02). Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/105642>>.

BECKER, F. **O caminho da aprendizagem em Jean Piaget e Paulo Freire: da ação à operação.** Fernando Becker. Petrópolis: Editora Vozes, 296p. 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 6ªed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p.79, 1979c

MACEDO, Lino. **O construtivismo e sua função educacional.** Revista Educação e Realidade, Porto Alegre, 18(1):25-31, jan/jun. 1993. Disponível em <https://www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/o-construtivismo-e-sua-funcao-educacional/#volta1> acesso em 12 de maio 2024

MACEDO, Lino de e PETTY, Ana Lúcia Sícoli e PASSOS, Norimar Christe. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artmed. 110p. 2005.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia.** Jean Piaget. Tradução de: Dirceu Accioly Lindoso e Rosa Maria Ribeiro da Silva. Cidade: Rio de Janeiro-São Paulo. Editora: Forense, 2ª edição, 182p. 1970a.

PIAGET, J. **A epistemologia genética.** Trad. Nathanael C. Caixeira. Petrópolis: Vozes, 1971. 110p.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?** Tradução: Ivette Braga. Ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, Editora UNESCO. 80p. 1972.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação.** Tradução de Alvaro Cabral e Christiano Monteiro Oiticica. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar. 370p. 1975

PIAGET, J. **A tomada de consciência.** Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo, Melhoramentos. Editora da Universidade de São Paulo [Edusp], 211p. 1977.

PIAGET, J. **O fazer e compreender.** Cidade: São Paulo. Editora: Melhoramentos Edusp, 186p. 1978.

PIAGET, Jean. **O juízo moral na criança.** Jean Piaget. São Paulo: Summus, 302p. 1994.

PIAGET, J. **As formas elementares da dialética.** Jean Piaget. Tradução Fernanda Mendes Luiz. Coordenação - Lino de Macedo. São Paulo-Casa do Psicólogo, 1996, 296p.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia.** Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva - 24º Ed. Rio de Janeiro: FORENSE UNIVERSITARIA, 1999.

PIAGET, J. **A Psicologia da Criança.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002



SANTANA, Matheus Souza de. **Jogos didáticos no ensino superior: formação inicial de professores sob a perspectiva da epistemologia genética na aprendizagem de biologia celular** / Matheus Souza de Santana. Dissertação de Mestrado UESB - Jequié, 2025. 234f.