

A teoria de Galperin no ensino de polialelia: formação dialética de habilidades e conceitos

Eduardo Ramos Melo Luna¹

Petronildo Bezerra da Silva²

Resumo

Diante da necessidade de promover o ensino de Genética nas escolas, esta pesquisa teve como objetivo formar a habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia em estudantes do 3^a ano do Ensino Médio de uma escola pública, utilizando a Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya. Galperin como aporte teórico e metodológico. A partir de desenvolvimento de um plano de tarefas, foi possível perceber que a maioria dos estudantes conseguiu formar a habilidade pretendida, ratificada pelo alto grau na qualidade das ações realizadas. Comprovou-se também o potencial pedagógico desta teoria por permitir ao professor o controle das ações para acompanhar com mais precisão e eficácia o desenvolvimento dos alunos.

Palavras – chave: Polialelia, Teoria de Galperin e habilidades.

Abstract

Faced with the need to promote the teaching of genetics in schools, this research aimed to form the ability to interpret the mechanisms of transmission of characteristics by polialelia in students of the 3rd year of high school in a public school, using the Theory of Stage Training of the Mental Actions and Concepts of P. Ya. Galperin as a theoretical and methodological contribution. From the development of a task plan, it was possible to perceive that most of the students were able to form the desired skill, ratified by the high degree in the quality of the actions performed. The pedagogical potential of this theory was also verified by allowing the teacher control of the actions to follow more accurately and effectively the students' development.

Keywords: Polialelia, Galperin 's theory and abilities.

Introdução

Em meio a tantos avanços tecnológicos, o ensino de Genética nas escolas mostra-se cada vez mais necessário para formação de jovens capazes de se posicionarem de forma crítica e ética diante do uso das diversas biotecnologias originárias deste conhecimento.

Especificamente sobre o ensino e aprendizagem de Genética, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002) reforçam que esse tema deve ser tratado de maneira que viabilize nos estudantes o desenvolvimento de habilidades diversas, dentre elas, a de descrever a estrutura e as características da molécula de DNA e relacioná-las à transmissão

¹ Universidade Federal de Pernambuco - CAA/UFPE

² Universidade Federal de Pernambuco - CAA/UFPE

dos caracteres hereditários. Além disso, espera-se que eles compreendam a relação entre as mutações ou alterações no código genético e suas possíveis implicações sobre a diversidade da vida no planeta.

Contudo, os conteúdos abordados em Genética, de um modo geral, são considerados complexos por requisitarem dos estudantes uma gama de conceitos abstratos que precisam ser consolidados de forma significativa. Dessa forma, Oca (2005) relata que os conteúdos de Genética trabalhados no 3^a ano do Ensino Médio, muitas vezes, são considerados complexos e abstratos por requisitarem dos estudantes uma série de habilidades que deveriam ser construídas a partir do 1^a ano do Ensino Médio segundo os PCN+, (2002).

A não formação dessas habilidades, além de impedir o aluno de associar esses conhecimentos ao seu cotidiano, dificulta a compreensão de que várias temáticas abordadas no ensino de Genética são a base para o desenvolvimento de biotecnologias voltadas a saúde, alimentação e bem-estar.

Dessa forma, o trabalho do docente deve prezar pela utilização de práticas inovadoras que viabilizem o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes em Genética. No entanto, configura-se como uma das dificuldades dos professores na atualidade sistematizar metodologias que sejam realmente eficientes perante as dificuldades de aprendizagem dos estudantes (LIBÂNEO, 2007).

De acordo com os PCN+ (2002), o estudo de Genética deve constar nos programas de ensino do 3^a ano do Ensino Médio e dotar os estudantes de habilidades relacionadas a compreensão dos mecanismos de transmissão da vida, manipulação gênica e ética, abordando tópicos como: 1^a e 2^a Leis de Mendel, herança quantitativa, epistasia, penetrância e expressividade gênica dentre outros.

Além destes, o ensino de Genética deve contemplar também a transmissão de características por polialelia, um padrão de herança particular onde um gene pode sofrer ao longo do tempo diversas mutações, originando vários outros genes que vão determinar a mesma herança. O estudo sobre a polialelia, além de ser necessário para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), permite aos estudantes a compreensão dos sistemas de classificação sanguínea ABO e Rh, favorecendo uma série de reflexões éticas, religiosas e científicas quanto a transfusão de sangue,

Diante disso, o presente artigo descreve o desenvolvimento de um plano de tarefas fundamentado na Teoria de Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya Galperin que teve como objetivo principal a formação da habilidade de interpretar o mecanismo de transmissão de características por polialelia em estudantes do 3^a ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no agreste de Pernambuco.

Revisão de literatura sobre o ensino de genética

O ensino de Genética no Ensino Médio representa um tema essencial para a formação cognitiva, ética e social dos estudantes, pois além de ser necessário para os exames de acesso as universidades, favorece o pensamento crítico a partir de reflexões sobre a transmissão dos caracteres de pais para filhos.

No ensino de Genética são tratados os fundamentos da hereditariedade com destaque para a transmissão dos caracteres humanos. Portanto, é importante destacar que

A compreensão desses fundamentos é essencial para que os alunos possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Além disso, tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta (PCN+, 2002, p. 46).

Muitas pesquisas realizadas nos últimos anos procuraram tratar do desenvolvimento das habilidades necessárias aos estudantes durante o estudo de Genética no Ensino Médio.

Nesse sentido, Barni (2010), pesquisando sobre a importância e o sentido de estudar Genética para um grupo de estudantes do 3º ano do Ensino Médio, concluiu que os estudantes relacionavam a Genética a um conjunto de conteúdos que favoreciam o desenvolvimento de habilidades importantes para compreender e se inserir na sociedade moderna. No entanto, também constatou que eles consideravam a aprendizagem de Genética como sendo difícil por envolver cálculos, pois, durante as aulas, não conseguiram construir a habilidade de utilizar noções básicas de probabilidade para prever resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características diversas como recomendado pelos PCN+ (2002).

É notório que muitos estudantes que têm uma relação conflituosa com a Matemática acabam transferindo suas angústias para a Genética, mostrando desmotivação e tornando a aprendizagem mais difícil. Diante disso, o professor assume um papel de destaque, pois deve estar preparado para lidar com esses conflitos, diversificando sua prática e adotando novas estratégias de intervenção.

Além disso, segundo Borges, Lima (2007) e Durbano et al. (2008), uma grande quantidade de estudantes brasileiros terminam o Ensino Médio compreendendo, por exemplo, que as leis de Mendel referem-se apenas as “letras” que se juntam em um cruzamento, não conseguindo entender que essas “letras,” como AA ou Aa, são símbolos que representam os genes e estão localizadas nos cromossomos se segregando durante a meiose para a formação dos gametas.

Este resultado está relacionado ao fato de que muitos estudantes do Ensino Médio desconhecem que as Leis de Mendel são o que fundamentam o entendimento das características hereditárias passadas através das gerações, evidenciando que os mesmos não formaram a habilidade de associar essas leis a ocorrência de fenômenos biológicos. A não formação dessa habilidade dificulta a compreensão, por exemplo, do aparecimento em uma geração de uma determinada doença ou da aplicabilidade dessas leis na produção de uma geração de organismos de interesse econômico.

Isto também pode ser observado no trabalho realizado por Fabrício et al. (2006), com 136 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas estaduais da região metropolitana do Recife, Pernambuco, onde buscou avaliar os conhecimentos destes alunos sobre as Leis de Mendel. Os resultados obtidos mostraram que a maioria dos alunos entrevistados não soube definir gene e nem associá-los as Leis de Mendel. Além disso, mostrou que a grande maioria relacionou as Leis de Mendel apenas com as letras que, de

forma simbólica e didática, representam os genes durante a segregação na meiose.

Já Pedrancini et al. (2007) realizou entrevistas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de escolas privadas e públicas de dois municípios da região noroeste do Paraná com o objetivo de se avaliar alguns conceitos básicos de Genética como a estrutura e função do DNA, assim como a relação entre DNA, cromossomos e genes. Os resultados mostraram que os alunos não apresentaram a habilidade de identificar os componentes de uma célula, pois muitos consideraram os cromossomos como células. Além disso, muitos apresentaram dificuldades em apontar a localização do DNA na célula e a grande maioria não soube dizer que os genes estão localizados no DNA.

Estes resultados são importantes para evidenciar a necessidade de construir nos alunos as habilidades referentes ao estudo da Hereditariedade e recomendadas pelos PCN+ (2002). De modo geral, Hereditariedade é uma temática vivenciada durante o 1º ano do Ensino Médio e considerada como pré-requisito para o ensino de Genética.

Temp (2014), pesquisando sobre como os conteúdos de Genética e suas aplicações são exploradas em diferentes situações de ensino evidenciou que os alunos, iniciantes no curso de Biologia ou concluintes do Ensino Médio, não apresentaram conhecimento significativo e habilidades relacionados à Genética e suas aplicações.

Um dado importante nesta pesquisa é que, de modo geral, os estudantes do Ensino Médio arrastam essas dificuldades para a universidade e lá continuam apresentando concepções errôneas relacionadas aos conteúdos de Genética. Isto pode ser atribuído ao fato de que, nem na universidade, os alunos garantem a construção das habilidades necessárias à aprendizagem de Genética.

Para Vilela (2007), a dificuldade do ensino e aprendizagem de Genética decorre em grande parte pela falta de preparo do professor que leciona a disciplina, pela não aproximação dos conteúdos vivenciados frente à realidade no qual o aluno está inserido e pelo modo abstrato de como os conteúdos são abordados em muitos livros didáticos. Este é um ponto importante, pois reflete carências na formação docente.

Além disso, o grande volume de descobertas feitas a cada ano em pesquisas na área da Genética acarreta insegurança não apenas por parte dos alunos, mas também por parte dos professores de Biologia que, de modo geral, sentem-se pressionados a se atualizarem frequentemente para acompanhar os avanços dessa área (MALACHIAS, 2007).

No entanto, devido à carga horária excessiva, os professores do Ensino Médio não dispõem de tempo suficiente para se preparar e se atualizar. Assim, muitos acabam reproduzindo em sala de aula metodologias ultrapassadas por apresentarem dificuldades em se adequar as novas tendências pedagógicas e biotecnologias do mundo atual. Além disso, o número de aulas reduzido, a falta de aulas práticas e falta de interesse dos alunos são constantemente apontados por professores e alunos como possíveis causas dos problemas no ensino de Genética (BARNI, 2010).

Como observado na maioria das pesquisas, as principais dificuldades dos estudantes estão relacionadas a não formação de habilidades consideradas básicas a aprendizagem de Genética e recomendadas pelos PCN+ (2002) como:

- Identificar, a partir de resultados de cruzamentos, os princípios básicos que regem a

transmissão de características hereditárias e aplicá-los para interpretar o surgimento de determinadas características.

- Utilizar noções básicas de probabilidade para prever resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características diversas.
- Associar as Leis de Mendel a ocorrência de fenômenos biológicos relacionados à hereditariedade.

Dessa forma, todos os trabalhos analisados por esta pesquisa ratificaram a importância do ensino de Genética nas escolas, destacando que isso nem sempre é uma tarefa fácil, visto que muitos dos temas tratados são considerados controversos e envolvem debates éticos, políticos, econômicos e sociais. Os trabalhos evidenciaram também a necessidade da constante atualização dos professores na área, visando a formação das habilidades requisitadas pelos PCN+ (2002) nos estudantes.

Considerando este levantamento bibliográfico realizado sobre os trabalhos que tratam do ensino de Genética no Ensino Médio, considera-se que esta pesquisa apresenta a novidade de tratar da formação da habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia, utilizando como aporte teórico e metodológico a Teoria de Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya Gaperin. A formação da habilidade será viabilizada através da estruturação de um plano de tarefas com estudantes do 3ª ano de Ensino Médio de uma escola pública do agreste pernambucano.

Teoria de assimilação por etapas das ações mentais e dos conceitos de p. Ya gaperin.

Piotr Yakovlevich Galperin (1902 – 1988) foi um dos principais colaboradores de Vygotsky, psicólogo e membro da escola Jarkov. Seus estudos consistiam em compreender os mecanismos de interiorização das ações externas em internas. Galperin realizou vários estudos com o intuito de compreender como ocorria o processo de internalização do conhecimento baseado na Teoria da Atividade de Leontiev.

Galperin pesquisou o mecanismo de formação das ações mentais e dos conceitos, que conduzem à construção do pensamento teórico. A sua teoria desvenda os mecanismos de interiorização das ações externas em ações internas como um processo dinâmico e complexo, no qual o foco é a atividade orientadora, sendo definida por ele com uma condição fundamental para determinar o modo de pensar do sujeito e a estruturação do seu pensamento teórico.

A principal ideia da teoria de Galperin é a de que as ações mentais, que já são objetivas por natureza, se concretizam primeiramente por meio da atividade orientada com o suporte de objetos externos ou, nas suas ausências, por suas representações materiais, se concretizando no pano mental através de etapas e transformando-se assim em atributos inerentes ao sujeito.

As bases de suporte da Teoria de Galperin incluem as pesquisas de Vigotsky a respeito das funções psicológicas superiores (como a consciência, o pensamento abstrato, o raciocínio,

a atenção voluntária e a memória lógica, a memória voluntária) e de Leontiev sobre unidade da atividade psíquica e da atividade objetual, ou seja, material (NÚÑEZ, 2009). Para Leontiev, a atividade psíquica é proveniente da interiorização da atividade externa dos homens, que se modifica em atividade interna através da interação desses sujeitos com outros homens e com a natureza, ao se apoderar das conquistas das gerações anteriores.

Em sua teoria, Galperin estabelece três processos associados entre si:

1. Das condições que asseguram execução da ação de forma satisfatória;
2. Dos indicadores qualitativos da ação;
3. Das etapas de assimilação.

Das condições que asseguram execução da ação de forma satisfatória

Dentre as condições que asseguram a correta execução das ações, a orientação ocupa lugar de destaque. É através da orientação que os estudantes se apropriam das condições inerentes da ação e passam a expressá-la através de um modelo apropriado, favorecendo tanto a assimilação quanto a auto regulação dessa ação. Equivale, portanto, à etapa da Base Orientadora da Ação (BOA) que, para Galperin, é um fator essencial para qualidade do processo de assimilação. Sobre a BOA, Galperin afirma que:

A parte orientadora é a instância diretiva e, precisamente, no fundamental, depende dela a qualidade da execução. Se elaborarmos um conjunto de situações em que se deva aplicar essa ação conforme o plano de ensino, essas situações ditarão um conjunto de exigências para a ação que se forma e, juntamente com elas, um grupo de propriedades que respondem a essas exigências e estão sujeitas à formação (GALPERIN, 2001a, p. 116).

Galperin estabelece três tipos de orientações (BOA I, II ou III) que determinam três tipos específicos de aprendizagens e, conseqüentemente, de maneiras de ensinar, levando em consideração o grau de generalização, o grau de detalhamento e a forma de elaboração.

Para este trabalho será utilizado a BOA. III, pois nela, a orientação é dada de forma completa e os estudantes conseguem reconhecer as características essenciais gerais do objeto de estudo já que a orientação ocorre a partir dos conceitos, das categorias e dos princípios mais abrangentes da ciência, indo do geral para os casos específicos de uma série ou grupo de objetos. Nessa BOA, a ação se forma rapidamente, quase sem erros, caracterizando-se por sua abrangência e grande estabilidade (TALIZINA, 2000).

Dos indicadores qualitativos da ação

São parâmetros que norteiam a formação planejada da ação e estão diretamente relacionados aos conceitos. Os indicadores evidenciam os componentes fundamentais do desenvolvimento e da aprendizagem. Segundo Núñez (2009), uma das maiores contribuições de Galperin foi ter estabelecido os critérios que se destinam a avaliar as habilidades formadas assim como direcionar o processo de formação dessas habilidades. Galperin (2001d) destaca como indicadores qualitativos da ação: a forma, o grau de generalização, o caráter abreviado

(grau de detalhamento) e o caráter assimilado.

Das etapas de assimilação

De acordo com Galperin, a assimilação dos conhecimentos ocorre pelo tipo de ação que se consegue realizar com os objetos que nos rodeia, sejam ações práticas (externas) ou mentais (internas). Com base nisso, percebe-se que a aquisição do pensamento lógico e científico, assim como dos conceitos dos componentes curriculares escolares podem ser aprendidos pelos estudantes eficientemente através uma atividade planejada (LEÓN, 1996). Esses processos mentais potencializam a aprendizagem, enriquecendo o desenvolvimento humano.

A noção imposta por Galperin ao processo de interiorização em sua teoria refere-se dialeticamente à formação de conceitos científicos no processo de aprendizagem. Dessa maneira, a formação de conceitos é o que sustenta o processo da formação das ações mentais e a assimilação deste conceito ocorre a partir da sua aplicação, desenvolvendo, assim habilidades. Tais aspectos indicam o potencial dessa teoria no ensino-aprendizagem de conceitos biológicos no Ensino Médio para a formação de habilidades nos estudantes.

Galperin criou cinco etapas para a formação planejada das ações mentais e dos conceitos, para direcionar a procura da ação material mais conveniente para modificar uma ação externa em interna. De acordo com Núñez (2009), mesmo sem considerar estas etapas de maneira sucessiva, esses momentos funcionais podem ser separados metodologicamente nas seguintes etapas:

1ª Etapa motivacional, a formação da base de motivação para a ação;

A motivação é defendida por Galperin (2001/1966) como um elemento a ser criado e desenvolvido durante todas as etapas de formação das ações mentais. Assim, juntamente a Talízina (GALPERIN; TALÍZINA, 1967; GALPERIN, 2001/1965), ele percebeu a necessidade de adicioná-la como uma etapa inicial, a chamada “etapa motivacional”, onde objetivo é preparar os alunos para a assimilação de novos conhecimentos.

A meta dessa etapa é desenvolver um momento propício para o estudo. Na ocasião, não são colocados conhecimentos e não existe ação nenhuma a ser realizada (NÚÑEZ, 2009). O objetivo dos docentes é criar a motivação interna nos alunos (TALÍZINA, 2009). Uma motivação na qual as razões de executar as atividades de sala de aula estejam ligadas à satisfação de aprender.

2ª Etapa de estabelecimento da base orientadora da ação (BOA);

A etapa do estabelecimento da base orientadora da ação refere-se aos preparativos que antecedem a aprendizagem. Diante do aluno, a ação é planejada para que o mesmo tenha condições de identificar e construir uma representação, seja do respectivo conteúdo da ação com seu produto ou daquilo que lhe serviu de suporte para a sua exata execução das operações. Dessa forma, a base orientadora assume um papel muito importante, já que engloba as condições para a compreensão de sentidos (sociais e pessoais) e de significados relacionados ao objeto de aprendizagem.

3ª Etapa da ação na forma material ou materializada;

A terceira etapa refere-se à formação do aspecto material da ação. As ações iniciais precisam ser concretizadas no plano material (prático) da ação. Apenas na forma material, externa, são assimiladas as novas ações e habilidades. Isso indica que “a primeira forma da ação inicial é necessariamente material” (GALPERIN, 2001, p. 47). Nas situações em que não é possível utilizar os objetos ou fenômenos estudados (por seu tamanho, inacessibilidade etc.), utiliza-se uma representação desses objetos (réplicas, exemplares, mapas, maquetes).

4ª Etapa de formação da ação como linguagem verbal externa, socializada na comunicação com os outros;

Esta é a etapa em que, graças à generalização e a abreviação, a ação se liberta da dependência direta com os objetos e da sua representação. “Aqui a ação é um relato sobre a ação, sem nenhum tipo de execução material e sem que participem diretamente nela, os objetos” (GALPERIN, 2001, p. 49). A ação passa para o plano da linguagem, sem nenhum tipo de execução material e sem que os objetos participem nela.

A fala do estudante vai aparecendo no começo como um reflexo exato do objeto ou do processo que se detalha ou esclarece, mas aos poucos a representação direta dos objetos vai passando para o outro plano e cada vez se entende melhor o sentido das palavras que o caracterizam. Este modelo linguístico dos objetos e fenômenos precisa ser encarada como uma fase de transição, uma etapa de representação mental por meio da palavra verbalizada, mas que ainda não pode ser considerada como pensamento teórico, pois ainda não foi produzida a generalização.

5ª Etapa da formação de ação mental no plano mental, como um ato mental.

A última etapa proposta por Galperin refere-se a transformação da ação de externa em ação interna, ou seja, é quando acontece a finalização da ação mental. Como diz Galperin (2001, p. 50): “A tarefa de comunicação é substituída pela tarefa da reflexão e a fala para si se converte num meio de transformação do mesmo num objeto para uma melhor análise”.

Metodologia

Os Alunos

Participaram deste trabalho 40 alunos de uma turma da 3ª ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada no agreste pernambucano.

O tempo pedagógico

Foi realizado uma oficina de 8 h/a referente a transmissão de características por polialelia estruturada com base na Teoria de Galperin.

A Habilidade geral a ser construída nos estudantes

Interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia.

A Orientação geral

Para desenvolver a habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia, o estudante deverá considerar dentre outras coisas que, diferentemente dos cruzamentos mendelianos, na polialelia os caracteres podem ser definidos por mais de dois alelos diversos, que ocupam o mesmo locus cromossômico, por isso são chamados de alelos múltiplos. A partir da apropriação dos conceitos básicos de Genética, como genótipos, fenótipos e cruzamentos genéticos, o estudante relacionará este padrão de herança com os demais estudados até o momento.

Os indicadores qualitativos da ação

Tomando como referência os estudos de Nuñez e Pacheco (1997) e em Núñez (2009) sobre a escolha de indicadores para avaliar a qualidade das ações no processo ensino-aprendizagem segundo Galperin, foram sugeridos quatro indicadores qualitativos para serem utilizados como critérios para avaliar a qualidade das ações durante o processo de formação de habilidades e que também serão utilizados por esta pesquisa por seu grande potencial pedagógico.

- Alto grau de generalização – Quando o aluno consegue solucionar de forma correta problemas utilizando a BOA tipo III, a qual irá ajudá-lo na identificação dos princípios básicos de polialelia, percebendo os limites de aplicação desses conhecimentos e, o mais importante, transferindo os conhecimentos a novas situações de forma exitosa.
- Alto grau de independência - quando o aluno consegue realizar a ação de forma independente, ou seja, sem ajuda do professor ou de qualquer outra pessoa.
- Forma mental da ação - quando o aluno consegue assimilar no plano mental, o modelo da atividade que o guiará na resolução de várias tarefas, respeitando os limites de generalização propostos.
- Alto grau de consciência - quando o aluno é capaz de realizar a ação e explicar verbalmente o que está fazendo, este indicador resultará da combinação dos indicadores anteriores.

Diagnóstico do grau de desenvolvimento da habilidade geral

Ao final do processo formativo é indispensável especificar as ações que avaliarão o grau de desenvolvimento da habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de

características por polialelia como especificado no quadro 01. A função desse diagnóstico é a de avaliar o produto da atividade. Assim, foi estabelecida uma atividade final, contemplando os indicadores qualitativos já estabelecidos.

| Quadro 01: Grau de desenvolvimento da habilidade geral. | | | |
|--|--|--|---|
| INDICADORES QUALITATIVOS | Grau 00 (habilidade não desenvolvida) | Grau 01 (habilidade pouco desenvolvida) | Grau 02 (habilidade muito desenvolvida) |
| Generalização | O aluno não identifica os genes envolvidos na determinação da característica e não especifica quais fenótipos são resultantes de cada genótipo considerado. Não é capaz de promover a combinação de genes para a formação de novos genótipos e nem relacionar os resultados obtidos com o que está sendo pedido nas situações propostas. | O aluno identifica em parte os genes envolvidos na determinação da característica, além de nem sempre especificar quais fenótipos são resultantes de cada genótipo considerado. Nem sempre é capaz de promover a combinação de genes para a formação de novos genótipos e, algumas vezes, não relaciona os resultados obtidos com o que está sendo pedido nas situações propostas. | O aluno identifica os genes envolvidos na determinação da característica, além de especificar quais fenótipos são resultantes de cada genótipo considerado. É capaz promover a combinação de genes para a formação de novos genótipos e relacionar os resultados obtidos com o que está sendo pedido nas situações propostas. |
| Consciência | O aluno não é capaz de realizar a ação e explicar verbalmente o que está fazendo. | O aluno é, em parte, capaz de realizar a ação e explicar verbalmente o que está fazendo. | O aluno é capaz de realizar a ação e explicar verbalmente o que está fazendo |
| Independência | O aluno não consegue realizar a ação de forma independente, ou seja, sem ajuda do professor ou de qualquer outra pessoa. | O aluno consegue, em parte, realizar a ação de forma independente, ou seja, sem ajuda do professor ou de qualquer outra pessoa. | O aluno consegue realizar a ação de forma independente, ou seja, sem ajuda do professor ou de qualquer outra pessoa. |

| | | | |
|-----------------------------|---|--|---|
| Forma mental da ação | O aluno não consegue assimilar no plano mental, o modelo da atividade que o guiará na resolução de várias tarefas, respeitando os limites de generalização propostos. | O aluno consegue, em parte, assimilar no plano mental, o modelo da atividade que o guiará na resolução de várias tarefas, respeitando os limites de generalização propostos. | O aluno consegue assimilar no plano mental, o modelo da atividade que o guiará na resolução de várias tarefas, respeitando os limites de generalização propostos. |
|-----------------------------|---|--|---|

Fonte: o próprio autor.

A seleção e estruturação do conteúdo

Para seleção e estruturação da temática sobre polialelia, tomou-se como referência as recomendações dos PCN+ (2002) que estabelece as habilidades que os estudantes devem apresentar ao final do Ensino Médio. Tais habilidades não são necessárias apenas para preparar os estudantes para se submeterem as avaliações de acesso à universidade, mas também para preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente. Considerando isto, a temática trabalhada sobre polialelia abordou os seguintes conceitos: 1.

- A polialelia na determinação da cor da pelagem de coelhos;
- A polialelia na classificação sanguínea pelo sistema ABO;
- O sistema Rh;
- Transfusão sanguínea.

O plano de tarefas

Foi desenvolvido um plano de tarefas segundo a Teoria de Galperin referente transmissão de características por polialelia. O plano de tarefas teve finalidade formativa em relação a habilidade geral que se buscou construir nos estudantes, respeitando os limites de generalização. A avaliação do desenvolvimento desta habilidade em cada etapa foi feita através dos indicadores qualitativos descritos anteriormente.

Etapa motivacional

Talízina (2000) destaca que a etapa da motivação relaciona-se com as situações problema que a disciplina pode ajudar a resolver. Assim, foi apresentado para os estudantes um texto jornalístico relatando o drama de uma aluna que descobriu durante uma aula sobre Genética que não poderia ser filha biológica dos pais devido à incompatibilidade sanguínea existente entre eles. Neste sentido, o texto problematizou uma situação vivenciada na vida real com grande apelo emocional, despertando a curiosidade dos leitores em entender a situação apresentada. Esta etapa será avaliada pela motivação dos estudantes em refletir e propor explicações para a situação apresentada.

Etapa de estabelecimento da Base Orientadora da Ação (BOA)

A construção da BOA para a interpretação dos mecanismos de transmissão de

características por polialelia aconteceu de forma coletiva, através negociação dos sentidos que os estudantes atribuíam ao que seria e como se faria a interpretação deste padrão de herança. Caracterizou-se como um processo de reconstrução do que eles já sabiam fazer e do que se propuseram a aprender sobre polialelia, conforme orientações estabelecidas na BOA tipo III. É importante salientar que os estudantes já possuíam conhecimento em relação a alguns conceitos básicos de Genética, visto que já haviam sido trabalhados em momentos anteriores.

Essa etapa incluiu a análise de 02 (duas) situações: uma envolvendo a polialelia na determinação da cor da pelagem de coelhos e outra na classificação sanguínea pelo sistema ABO, apresentando o sistema Rh e mostrando as possibilidades de transfusão sanguínea. Assim, considerando os conceitos de gene, cromossomos, genótipo, fenótipo, probabilidade e heredogramas já estudados em momentos anteriores, o intuito desta etapa era definir, em conjunto, o sistema de operações invariantes e produzir os cartões de estudo para solucionarem as novas situações envolvendo polialelia.

Etapa material ou materializada

Foram abordadas 06 (seis) tarefas para formação da ação na etapa materializada, as quais trataram de casos típicos envolvendo polialelia em coelhos e no sistema ABO. Foi solicitado que os estudantes materializassem a orientação em cartões de estudo como representação para a solução das tarefas. Talízina (2001) considera esta como uma etapa de raciocínio teórico e de execução da ação, na qual os estudantes trabalham em duplas para comunicarem as suas ideias enquanto executam a atividade. Um membro da dupla resolvia a tarefa enquanto o outro acompanhava utilizando o cartão da atividade e vice-versa. Eles se apoiaram nas tarefas já realizadas na BOA, aplicando os conhecimentos sobre os conceitos já trabalhados a novas tarefas. As tarefas dessa etapa favoreceram a formação do grau de generalização. Todas as tarefas foram avaliadas de acordo com os indicadores qualitativos da ação, pois os estudantes tiveram que justificar o processo de solução das tarefas.

Etapa da linguagem externa

Nesta etapa, os estudantes continuaram resolvendo as tarefas em dupla, pois o diálogo possibilita a apropriação de significados cada vez mais enriquecedores e aplicáveis a uma pluralidade, entretanto não utilizaram mais os cartões de estudo. De comum acordo entre os estudantes com dificuldades e o pesquisador, decidiu-se por fazer os esclarecimentos das dúvidas durante o processo.

Foram propostas duas tarefas que se assemelhavam às da etapa materializada, contudo estruturadas sobre a base das possibilidades que as linguagens escrita e a oral oferecem, exigindo a solução em voz alta e de acordo com os indicadores qualitativos quanto a forma da ação (verbal), o grau de generalização e o grau de consciência. Assim, cada estudante resolveu uma tarefa e controlou o colega na resolução da outra.

Foi dada a seguinte orientação para os estudantes: *“Fale em voz alta os procedimentos que está tomando para a solução da tarefa. Escreva o máximo de detalhes, esclarecendo todo o processo de interpretação”*. Essas tarefas exigiram a argumentação, a justificativa e a explicação na solução de possíveis casos de paternidade envolvendo grupos sanguíneos.

Etapa mental

Nessa etapa, foram utilizadas 02 (duas) tarefas que exigiram o trabalho independente, necessitando-se da transferência da aprendizagem e estimulando-se a criatividade para que os estudantes pudessem aplicar os conhecimentos à solução de situações novas de polialelia, envolvendo casos de incompatibilidade sanguínea em transfusões.

Resultados e discussão

Etapa motivacional

Após a leitura e reflexão do texto jornalístico, os estudantes se mostraram motivados uma vez que fizeram vários questionamentos sobre: os motivos que levaram a referida estudante a levantar a suspeita, os tipos sanguíneos dela e de seus supostos pais e qual seria a relação de polialelia com o texto jornalístico. Tais questionamentos foram esclarecidos pelo professor pesquisador partir do estabelecimento dos genótipos do sistema sanguíneo ABO com as devidas possibilidades dos cruzamentos. Destacamos a colocação de um dos estudantes: *Então... os supostos pais da estudante deveriam ser do grupo sanguíneo O, assim obrigatoriamente ela também teria que ter sangue tipo O*. A observação feita por este estudante evidenciou que a tarefa motivadora cumpriu sua finalidade, pois contribuiu para os alunos apresentarem diversas possíveis explicações para o fato ocorrido, além de trazerem novos questionamentos que foram bastante propícios e que, ao final, deixaram os estudantes aptos a vivenciarem as etapas seguintes.

Etapa de estabelecimento da Base Orientadora da Ação (BOA)

Foram produzidos cartões de estudo contendo as orientações que os estudantes deveriam utilizar na resolução das tarefas posteriores. Um aspecto interessante observado por um dos estudantes pode ser sintetizado na seguinte fala: *“... essas orientações podem ser utilizadas não só para casos de polialelia, mas também para outros tipos de herança”*. O quadro 02 mostra de forma detalhada as ações e operações envolvidas na resolução das tarefas e que serviram de controle para os estudantes se orientarem durante a execução.

| Quadro 02: BOA construída pelos estudantes em colaboração com o professor pesquisador | |
|--|---|
| AÇÕES | OPERAÇÕES |
| Identificar o padrão de herança. | Analisar os genes envolvidos na determinação da característica. |
| Diferenciar os genótipos e fenótipos | Especificar os fenótipos relacionados a cada genótipo considerado. |
| Realizar cruzamentos genéticos | Promover a combinação de genes para a formação de novos genótipos. |
| Interpretar os resultados dos cruzamentos | Relacionar os resultados obtidos com o que está sendo pedido nas situações propostas. |

Fonte: o próprio autor.

A partir da fala deste estudante e do quadro 02, é possível perceber que, de modo

geral, os cartões de estudo representaram a materialização do esquema operacional da habilidade a ser usado como suporte para a etapa seguinte, os quais evidenciaram o sistema de operações invariantes e que, dessa forma poderia ser usado para outros tipos de herança.

Etapa material ou materializada

Nesta etapa, todos os estudantes utilizaram a BOA (cartão de estudo) na resolução das tarefas como estratégia para assegurar a conscientização da atividade, que é o objetivo maior da etapa material ou materializada. No entanto, 12 estudantes solicitaram ajuda tanto do colega quanto do professor pesquisador durante a resolução das tarefas envolvendo transfusões sanguíneas, análise de paternidade, interpretação de cruzamentos e sistema Rh. Isto pode ser explicado pelo fato desses estudantes terem apresentado dúvidas quanto aos conceitos básicos de Genética.

Estes estudantes iniciaram cometendo alguns erros relacionados a interpretação dos cruzamentos e ao sistema Rh. No entanto, esse número de operações erradas ou não realizadas foi reduzindo-se a medida que novas tarefas eram aplicadas, pois, com o intuito de sanar as dificuldades apresentadas pelos estudantes durante o processo de formação, o professor pesquisador analisou coletivamente com os mesmos os conceitos abordados nas tarefas, considerando novamente as respostas dadas pelos alunos, de maneira que as dificuldades não permanecessem para as tarefas seguintes. Ao final, 36 alunos conseguiram solucionar de forma correta os problemas, identificando os princípios básicos da polialelia e transferindo os conhecimentos a novas situações de forma exitosa, consolidando assim a formação do grau de generalização da ação. No entanto, 04 estudantes ainda continuaram cometendo erros relacionados as tarefas que requisitavam a aplicação dos genótipos do sistema Rh, o que resultou num atendimento individualizado do professor pesquisador. Tais erros são relativamente comuns no ensino das temáticas de Genética como corroborados por Borges, Lima (2007) e Durban et al. (2008) em suas pesquisas. Após esta intervenção, estes estudantes aparentemente compreenderam seus erros ao resolverem satisfatoriamente duas situações propostas pelo professor pesquisador que requisitavam ações e operações semelhantes às tarefas anteriores.

Etapa da linguagem externa

Nesta etapa, constatou-se que 32 estudantes conseguiram resolver as tarefas, sem o apoio externo, e argumentando todas as operações com consciência do sistema de operações da habilidade. Talízina (2000) denomina de reflexão essa habilidade de argumentar, explicar e de ter consciência sobre o que se faz. Dos 08 estudantes restantes, 06 argumentaram sobre a execução das operações, mas só resolveram as tarefas após a ajuda do professor pesquisador e do colega, pois tinham dificuldade em relacionar os resultados obtidos as situações propostas. Essa dificuldade é recorrente nos alunos, conforme mostram as pesquisas de Fabrício et al. (2006). Ainda, 02 estudantes resolveram as tarefas de forma independente, mas não justificaram completamente a execução das operações.

Etapa mental

Nessa etapa, foram utilizadas 02 (duas) tarefas que exigiram o trabalho independente dos estudantes em situações novas de polialelia, envolvendo conceitos abordados nas tarefas anteriores. Constatou-se que houve uma redução na quantidade de erros cometidos em relação

as etapas anteriores. O mesmo erro, referente a interpretação de resultados de cruzamentos, foi cometido por 2 estudantes. Especificamente, esse erro pode estar associado a deficiências de aprendizagem dos conceitos básicos de Genética, como já apontado na pesquisa de Pedrancini et al. (2007). Essa deficiência não foi superada por essa metodologia por, talvez, não contemplar a formação das habilidades referentes ao estudo de Hereditariedade, vivenciada no 1ª ano de Ensino Médio.

Em resumo, se forem consideradas as operações realizadas corretamente pelos estudantes nesta etapa, constatou-se que a maioria apresentou uma frequência de acertos das operações superior ao que apresentaram nas etapas anteriores. Este é um indicativo de que a maioria dos estudantes passou o sistema de orientações que determina a Base Orientadora da Ação do plano externo (material) para o plano interno (mental), conseguindo formar a habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia

O desenvolvimento do controle final

Para desenvolvimento do controle final foram propostas duas tarefas que buscaram avaliar o nível de desenvolvimento da habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia, segundo os indicadores qualitativos da ação no final do processo. Cada estudante resolveu as duas tarefas, sendo uma dentro do limite de generalização a e outra buscando identificar nos estudantes sua capacidade de transferência da aprendizagem a outro contexto. Os resultados estão no quadro 03.

| Quadro 03: Grau de desenvolvimento da habilidade geral nos estudantes | | | |
|--|--|--|--|
| INDICADORES QUALITATIVOS | Grau 00 (habilidade não desenvolvida) | Grau 01 (habilidade pouco desenvolvida) | Grau 02 (habilidade muito desenvolvida) |
| Generalização | 2 estudantes | 4 estudantes | 34 estudantes |
| Consciência | 2 estudantes | 4 estudantes | 34 estudantes |
| Independência | 2 estudantes | 4 estudantes | 34 estudantes |
| Forma mental da ação | 2 estudantes | 4 estudantes | 34 estudantes |

Fonte: o próprio auto.

O quadro 03 mostra que a maioria dos estudantes conseguiu alcançar altos níveis na qualidade das ações, expressos pelos indicadores qualitativos considerados. Contudo, é importante destacar que, mesmo alguns estudantes não conseguindo atingir o grau mais elevado da habilidade, foi possível perceber que houve uma evolução na aprendizagem destes ao longo do processo formativo, pois apresentaram uma melhora significativa em relação a algumas ações importantes no ensino de polialelia como, por exemplo, na representação genotípica e fenotípica dos sistemas ABO e Rh.

Considerações finais

A teoria de Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de Galperin representa um aporte teórico e metodológico voltado a formação dialética de conceitos e habilidades gerais. Devido ao seu alto potencial pedagógico, este artigo, tratou da sua aplicação com o objetivo geral de formar a habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia como parte do conhecimento recomendado pelos PCN+ (2002) para quarenta estudantes de uma turma de 3ª ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do agreste pernambucano. A partir do desenvolvimento de um plano de tarefas, utilizando as etapas previstas por Galperin, foi possível caracterizar o processo de formação dessa habilidade.

Neste sentido, consideramos que o objetivo da etapa motivadora foi alcançado por contribuir para os alunos apresentarem diversas possíveis explicações para a tarefa apresentada, além de trazerem novos questionamentos que foram bastante pertinentes.

A etapa seguinte também foi bem sucedida, pois a partir da BOA tipo III, foi possível a materialização do esquema operacional da habilidade, o qual evidenciou o sistema de operações invariantes a ser usado como suporte para a etapa seguinte.

Na etapa material ou materializada, assim como em todo processo formativo, os estudantes iniciaram cometendo alguns erros, os quais foram reduzindo-se a medida que o professor pesquisador intervia e novas tarefas eram aplicadas, caracterizando uma das vantagens da Teoria de Galperin por permitir, da parte do professor, o controle das ações e dessa forma acompanhar com mais precisão e eficácia o desenvolvimentos dos estudantes.

A etapa da linguagem externa foi satisfatória por evidenciar o grau de consciência dos estudantes, constatando que a maioria conseguiu resolver as tarefas sem o apoio externo e argumentando todas as operações com consciência do sistema de operações da habilidade.

Na etapa mental, as dificuldades mostradas por 02 estudantes nas etapas anteriores continuaram recorrentes nesta etapa, pois, apesar da intervenção do professor pesquisador, ainda não apresentavam a capacidade de interpretar os resultados de alguns cruzamentos satisfatoriamente. No entanto, como evidenciado pelo controle final, maioria dos estudantes conseguiram passar o sistema de orientações que determina a Base Orientadora da Ação do plano externo (material) para o plano interno (mental), mostrando que estavam enquadrados no grau 02 da habilidade, ou seja, na mais desenvolvida.

Diante desses resultados, este artigo destacou a eficiência da Teoria de Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de Galperin como um importante instrumento de planejamento, execução e controle das ações no ensino de Genética, favorecendo a construção da habilidade de interpretar os mecanismos de transmissão de características por polialelia nos estudantes e ofertando ao professor orientação pedagógica diante dos desafios postos para o ensino de Biologia no Ensino Médio.

Referências bibliográficas

- BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, Chile, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: Acesso em: 20 jul. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- CAMARGO, S.; INFANTE-MALACHIAS, M. A genética humana no ensino médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.
- DURBANO, J. P. M.; PADILHA, I. Q. M.; RÊGO, T. G.; RODRIGUES, P. A. L.; ARAÚJO, D. A. M. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa sobre temas emergentes em biotecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54., 2008, Salvador. Anais... Salvador: SBG, 2008.
- FABRÍCIO, M. F. L.; JOFÓLI, Z. M. F.; SEMEN, L. S. M.; LEÃO, A. M. A. C. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 12-25, 2006.
- GALPERIN, Piotr Yakovlevich. **Sobre la formación de las imágenes sensoriales y de los conceptos.** In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño.** Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001a. p. 27-39.
- LEÓN, Gloria Fariñas. El lecho de Procusto o la convención sobre la competencia humana. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 15, n. 2, p. 341-350, 2011
- LIBÂNEO, José Carlos (Org.). Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. Educação em debate. São Paulo: Editora Alínea. 2007.
- LIBÂNEO, José Carlos. *Pedagogia e Pedagogos, para quê?* 9. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- NÚÑEZ, I. B. Vigotski, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.
- NUÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite; UEHARA, Fabia Maria Gomes. **As Teorias Implícitas sobre a aprendizagem de professores que ensinam Ciências Naturais e futuros professores em formação: a formação faz diferença?** *Ciências & Cognição*, v. 14, n. 3, p. 39-61, 2009.
- OCA, I. C. M. Que aportes ofrece La investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? *Revista Educación*, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.
- PEDRANCINI, V. D.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Chile, v. 6, n. 2, 2007.
- ROVIRA, M. P. G; SANMARTIN, N. Las bases de orientacion: Um instrumento para ensinar a pensar teoricamente em biologia. *Alambique Didactica da las Ciências experimentales*, v.16, p. 8-20, 1998.

TALIZINA, N. La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza. Trad. Yulia Solovieva y Luis Quintanar Rojas. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2009.

TEMP, Daiana Sonogo. GENETICS AND ITS APPLICATIONS: IDENTIFYING THE MATTER IN DIFFERENT TEACHING CONTEXTS. 2014. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

VILELA, M. R. A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio. 2007. 50 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.