
Revista de Estudios y Experiencias en Educación

REXE

journal homepage: <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/>

Avaliação da aprendizagem significativa em uma sequência didática sobre conteúdos de sistemas sanguíneos

Glaucia Rosely Barbosa Marin^a y Airton José Vinholi Júnior^b

Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Campo Grande, MS, Brasil.

Recibido: 11 de marzo 2020 - Revisado: 30 de agosto 2020 - Aceptado: 23 de septiembre 2020

RESUMO

Este trabalho aborda a necessidade de repensar as práticas pedagógicas para o ensino de Genética e envolveu a participação de alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública, no âmbito da Educação Profissional do município de Campo Grande, MS. O objetivo da pesquisa consistiu em analisar as contribuições de uma sequência didática elaborada com ênfase na construção de jogos digitais para a assimilação de conceitos na disciplina de Genética, subunidade sistemas sanguíneos. Os aspectos metodológicos relatados neste artigo compreenderam a investigação dos conhecimentos prévios (subsunoçores), por meio de um questionário inicial (pré-teste) e da utilização de um questionário final para análise de conhecimentos posteriores à intervenção (pós-teste), cuja sequência foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Os resultados obtidos a partir dos dados evidenciados nos testes aplicados permitem apontar que a temática articulada ao contexto dos estudantes, por meio da proposta de intervenção, proporcionou evolução conceitual nos conteúdos sobre os sistemas sanguíneos. Levando em consideração a metodologia utilizada para investigar esses saberes, conclui-se que essa apropriação dos conceitos foi significativa para a aprendizagem de Genética.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa; conhecimento prévio; organizador prévio; subsunoçores.

^{*}Correspondencia: glauciammarin@gmail.com (G. Barbosa).

^a  <https://orcid.org/0000-0002-7044-5369> (glauciammarin@gmail.com).

^b  <https://orcid.org/0000-0002-0024-0528> (airton.vinholi@ifms.edu.br).

Evaluation of meaningful learning in a didactic sequence on blood system contents

ABSTRACT

This work addresses the need to rethink the pedagogical practices for teaching Genetics and involved the participation of third year students in a public school, within the scope of Professional Education in the municipality of Campo Grande, MS. The objective of the research was to analyze the contributions of a didactic sequence elaborated with emphasis on the construction of digital games for the assimilation of concepts in the discipline of Genetics, subunit blood systems. The methodological aspects reported in this article comprised the investigation of previous knowledge (subsumers), through an initial questionnaire (pre-test) and the use of a final questionnaire to analyze knowledge after the intervention (post-test), whose sequence was substantiated in the Theory of Meaningful Learning (TAS). The results obtained from the data evidenced in the applied tests allow to point out that the theme articulated to the students' context, through the intervention proposal, provided a conceptual evolution in the contents on blood systems. Taking into account the methodology used to investigate this knowledge, it is concluded that this appropriation of the concepts was significant for the learning of Genetics.

Keywords: Meaningful learning; previous knowledge; prior organizer; subsumers.

Evaluación del aprendizaje significativo en una secuencia didáctica sobre los contenidos del sistema sanguíneo

RESUMEN

Este trabajo aborda la necesidad de repensar las prácticas pedagógicas para la enseñanza de la Genética e involucró la participación de estudiantes de tercer año en una escuela pública, en el ámbito de la Educación Profesional en el municipio de Campo Grande, MS. El objetivo de la investigación fue analizar los aportes de una secuencia didáctica elaborada con énfasis en la construcción de juegos digitales para la asimilación de conceptos en la disciplina de Genética, subunidades de sistemas sanguíneos. Los aspectos metodológicos reportados en este artículo comprendieron la investigación de conocimientos previos (subsunoers), a través de un cuestionario inicial (pre-test) y el uso de un cuestionario final para analizar conocimientos tras la intervención (post-test), cuya secuencia se comprobó. en la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS). Los resultados obtenidos a partir de los datos evidenciados en las pruebas aplicadas permiten señalar que la temática articulada al contexto de los estudiantes, a través de la propuesta de intervención, proporcionó una evolución conceptual en los contenidos sobre los sistemas sanguíneos. Teniendo en cuen-

ta la metodología utilizada para investigar este conocimiento, se concluye que esta apropiación de los conceptos fue significativa para el aprendizaje de la Genética.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; conocimiento previo; organizador anterior; subsunsores.

1. Introdução

O ensino de Biologia é essencial para o processo de formação integral do indivíduo, pois o estudo da vida, em quase todos os aspectos, contribui para a compreensão dos processos biológicos e suas relações com o meio, o que oportuniza reflexões no meio social e científico. Segundo Machado (2012), essa disciplina desempenha práticas para a melhoria na qualidade de vida em espaços formais e não formais, contemplando desde saúde até as problemáticas ambientais, passando, inclusive, pelas inovações tecnológicas desenvolvidas no campo da Genética e da biotecnologia.

Diante dessa realidade, o ensino de Genética traz uma relevância à aprendizagem quando se contextualiza corretamente o termo, suas aplicações e fundamentações teóricas. Silva (2014) considera o ensino dessa disciplina necessário na formação de jovens conscientes e capazes de decidir sobre questões relacionadas à sua própria vida, contribuindo também para a compreensão de diferenças individuais. Para tanto, o conhecimento dos conteúdos deve proporcionar a compreensão da importância dessa disciplina e sua influência sobre a vida das pessoas (Machado, 2012).

Sendo assim, dentre os conteúdos prescritos nessa disciplina, os conhecimentos acerca dos grupos sanguíneos evidenciam ampla importância biológica e médica. Para Fonseca (2018), seus estudos perpassam por temas como compatibilidade, cruzamentos e questões ligadas à hereditariedade, o que torna favorável o pensamento científico e a contextualização frente aos acontecimentos diários dos estudantes e possibilita as relações individuais e em sociedade.

No entanto, Silva (2014) e Leite (2004) afirmam que o livro didático é a principal ferramenta pedagógica utilizada na abordagem do ensino de Genética, mas por ser conteudista, distancia o aluno das possibilidades de vincular adequadamente os conceitos com suas experiências. Vieira (2013) também observa que os docentes têm desenvolvido o ensino desse conteúdo baseado, massivamente, em conceitos existentes nos livros didáticos. O autor questiona essa prática como prioritária no contexto do ensino de Genética, visto que, comumente, os livros didáticos abordam temáticas resumidas e simplificadas, tornam as informações incompletas, e assim, pouco contribuem para a aquisição significativa de conhecimentos pelos estudantes na referida área.

Dessa forma, a multiplicidade de conceitos que envolvem o sistema sanguíneo resulta em um ensino meramente convencional, fundamentado no método tradicional e centrado em teorias e conteúdos, o que gera uma aprendizagem mecânica e comumente dissociada do conhecimento prático. O corpo discente, por sua vez, torna-se desinteressado e desmotivado a aprender.

Neste contexto e no tocante ao ensino, os subsunçores descritos por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) representam elementos com sentidos mais gerais capazes de interagir de forma significativa com o novo conhecimento e com significados mais específicos que serão apresentados e, portanto, têm fundamental importância na consolidação dos conteúdos de Genética. Moraes (2005) preconiza que apesar dos intensos avanços tecnológicos e científicos, os alunos utilizam o conhecimento de suas experiências vivenciadas para responder as

questões de seu cotidiano, o que vai ao encontro dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

Contudo, a ausência desses subsunçores relevantes a novas informações na mesma área torna a compreensão deficiente e a sequência dos conteúdos estará comprometida, logo a aprendizagem será meramente automática (Moreira, 2018).

Assim, quando o sujeito dispuser de subsunçores insuficientemente adequados ou não apresentarem subsunçores capazes de efetivar a ancoragem de novas aprendizagens, podem ser utilizados os organizadores prévios, que suprem a falta de conhecimentos essenciais que os estudantes deveriam possuir para a ocorrência dessas interações, por essa razão, funcionam como pontes cognitivas e contribuem de maneira considerável para a aprendizagem significativa, constituindo-se, de acordo com a TAS, em um ancoradouro provisório.

Nessa constatação, os organizadores também se tornam recursos potenciais no contexto escolar na proporção em que auxiliam o aprendiz a compreender que os novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia.

Já na situação em que os subsunçores venham a ser adequados, Moreira (2012) destaca a importância de conduzir o aluno a perceber as relações existentes entre os conceitos recém-apresentados com os seus conhecimentos prévios, pois dificilmente os estudantes conseguem vislumbrar essas conexões. Dessa forma, o professor deve basear-se na realidade e experiências dos estudantes para, assim, envolvê-los no processo de ensino-aprendizagem com a utilização de métodos capazes de despertar a curiosidade e o interesse pelos diversos fenômenos que permeiam a disciplina.

Sendo assim, o objetivo do presente artigo consistiu na proposta de analisar as contribuições de uma sequência didática, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), elaborada com ênfase na construção de jogos digitais para a assimilação de conceitos na disciplina de Genética, subunidade sistemas sanguíneos. Um ensino investigativo centrado no aluno, com enfoque para a observação, elaboração de hipóteses e a resolução de problemas reais relacionados ao cotidiano dos estudantes, bem como a predisposição e a organização de um material que seja potencialmente significativo, se configura como um elemento indispensável à aprendizagem significativa.

2. Aspectos gerais da aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa (TAS) é descrita em uma perspectiva construtivista e cognitivista, ou seja, se preocupa com os mecanismos internos da mente em contraste com o behaviorismo evidenciado pelos processos de estímulo e reforço. Moreira (2018) afirma que o enfoque principal da teoria está na aprendizagem cognitiva, ideia fundamentada na existência de uma estrutura responsável pelo armazenamento e organização das informações, denominada de estrutura cognitiva.

A proposta da teoria ausubeliana é extremamente relevante, pois propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem do indivíduo. Sendo assim, baseia-se na ideia de que a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos, cujo princípio norteador respalda-se na relação estabelecida entre as novas informações e os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do educando, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Exatamente por essa complexidade que congrega uma sala de aula, a simples transferência de conteúdo torna-se um gesto técnico e mecânico. Moreira (2011) define aprendizagem mecânica ou automática nas novas informações que interagem pouco ou não interagem com

os conceitos da estrutura cognitiva. Dessa forma, o aluno somente conseguirá utilizar essa informação no contexto ao qual ela lhe foi apresentada. Como os novos conhecimentos são desconexos e possuem pouco ou nenhum sentido para o aluno, na aprendizagem mecânica são retidos na memória por um curto período de tempo.

Ausubel (2003) afirma que apesar da memorização estar vinculada ao aspecto cognitivo, a relação estabelecida é arbitrária e literal, enquanto que na aprendizagem significativa as novas informações aprendidas se conectam com alguns conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do estudante, dessa forma, a relação formada é exatamente oposta, não arbitrária e não literal.

Ainda assim, o autor defende a aprendizagem mecânica em situações em que os conteúdos apresentados são desconhecidos pelos estudantes, mas que deve progressivamente tornar-se significativa. Nesse contexto, a relação binária postulada por Ausubel entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica apresenta-se em dois extremos de um continuum e dependentes das condições em que se estabelece a aprendizagem. Portanto, a contribuição da teoria ausubeliana é significativa para o ambiente escolar, potencialmente importante ao considerar como foco a Educação Profissional, tendo em vista a proposta de proporcionar o desenvolvimento omnilateral do ser humano.

Silva e Navarro (2012) afirmam que o professor deve sempre considerar que o aluno é um ser complexo capaz de expor suas opiniões e senso crítico, atuando, assim, como um ser pensante utilizando suas habilidades e competências em sala de aula, não sendo apenas um armazenador dos conteúdos aplicados. Ausubel ressalta a importância do docente em investigar o que o estudante já conhece sobre o determinado assunto que deseja ensinar.

Nesta perspectiva, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos educandos, processo cognitivo que é dependente das ações de mediações do educador. Alegro (2008) discorre sobre o imperativo que permeia os trabalhos de Ausubel, em não considerar o estudante pelo conhecimento que lhe falta, mas valorizar os elementos presentes em sua estrutura cognitiva.

Desta maneira, é incumbência do professor considerar as experiências vivenciadas por seus alunos e torná-las parte do processo de aprendizagem, o que resulta na coparticipação e aprofundamento dos conhecimentos e aprendizagens, permeando na sala de aula uma relação de cooperação, de respeito e de crescimento. Sob essas circunstâncias, portanto, a TAS foi planejada para o contexto escolar.

Uma condição fundamental para a ocorrência da aprendizagem significativa é a de que o material a ser aprendido seja conceitualmente claro, portanto, relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.

A outra condição preponderante que oportuniza a aprendizagem significativa, mencionada, por Ausubel e relatada por Moreira (2018), é a predisposição do aprendiz para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material à sua estrutura cognitiva. Sendo assim, essas condições relatadas estabelecem dependências intrínsecas entre si.

Esta condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo (Moreira, 2018, p. 164).

O processo de aprendizagem é bastante complexo, e consiste em um conjunto de comportamentos, interesses e valores, mais especificamente refere-se ao desenvolvimento de habilidades e atitudes em decorrência de experiências educativas (Gil, 1997). Sendo assim, o cerne da proposta elaborada por Ausubel é justamente considerar e saber utilizar o conjunto de conhecimentos denominados de estrutura cognitiva, que o aluno traz consigo. Por essa razão, o professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva.

3. Metodologia de investigação

O artigo é um recorte de uma dissertação de mestrado, subsidiada pelo referencial teórico-metodológico da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e desenvolvido em sala, retratando uma proposta dinâmica, interdisciplinar e eficaz na contribuição do processo de construção do saber.

No que tange aos aspectos éticos, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco (CEP-UCDB), protocolado sob número 041379/2019 / CAAE: 12061419.0.0000.5162, conforme exigência para a autorização da realização de pesquisas com seres humanos e somente após sua aprovação os procedimentos foram iniciados.

Os estudantes concordaram voluntariamente em participar do estudo e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE e, devido a minoridade de doze alunos participantes, foi necessária a anuência do responsável por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

O universo da pesquisa compreendeu 19 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos. O grupo constitui a única sala de 3º ano do ensino médio integrado ao curso de Programação de Jogos Digitais de uma escola da Rede Estadual de Ensino de Campo Grande - MS.

A evidência pela preferência da turma dá-se, primordialmente, em virtude de a aplicação da proposta estar vinculada ao conteúdo de sistemas sanguíneos, uma subunidade da disciplina de Biologia que está inserida na matriz curricular do 1º semestre do 3º ano. A temática selecionada para a realização da pesquisa apresenta alto nível de importância ao considerar o cenário de evolução tecnológica, manipulação de DNA, sobretudo aos conceitos de hereditariedade, situações de transfusões e incompatibilidade sanguínea e testes de paternidade, temas presentes na realidade do aprendiz. Cabe ressaltar que várias dessas abordagens são, de forma geral, tratadas em uma dimensão empírica e devem ser estruturadas cientificamente.

Diante da oportunidade de utilizar a produção de jogos eletrônicos para possibilitar a elaboração de diferentes estratégias de ensino-aprendizagem do conteúdo mencionado, o desenvolvimento dessas habilidades específicas promulgadas pelo curso foi um fator colaborador para a turma selecionada.

Primeiramente foi aplicado um Questionário Diagnóstico (QD) Inicial (aqui chamado de pré-teste), antes do início das atividades de pesquisa para investigação dos conhecimentos prévios dos educandos, conforme proposta teórica de David Ausubel. O propósito do teste inicial consistiu, após as análises individuais das respostas dos sujeitos investigados, categorizar os subsunçores, segundo Vinholi Junior (2011), em adequados, parcialmente adequados ou inexistentes, para assim ancorar a instrução e assimilação da nova informação. O pré-teste foi composto por 11 questões abertas voltadas para o conteúdo de sistemas sanguíneos e objetivou identificar conhecimentos relacionados ao nível de habilidades quanto aos conceitos dos tipos sanguíneos, genótipos, fenótipos, herança genética dos grupos sanguíneos e transfusões sanguíneas. Esse procedimento inicial é de extrema importância, pois a estrutura das aulas planejadas deve ser constituída por conteúdos que apresentem significado lógico para os estudantes.

Após a análise do pré-teste e identificação e classificação dos subsunçores, a sequência didática, composta por três momentos com atividades dinâmicas e diferenciadas, foi elaborada pelos pesquisadores e desenvolvida em sala de aula e no laboratório de tecnologia da escola, conforme demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1

Sequência didática desenvolvida com os participantes da pesquisa.

1º Momento
1º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Diálogo sobre a importância da disciplina. - <i>Brainstorming</i>. - Aula expositiva dialogada com utilização de slides em powerpoint. - Análise do teste de hemograma. - Modelos didáticos de hemácias, aglutinina e aglutinogênio. - Vídeo: “Doação de sangue: conheça o passo a passo”.
2º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Tabela para preenchimento das informações dos grupos sanguíneos. - Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>. - Introdução e elaboração de amostras de mapas conceituais.
3º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de mapas conceituais Iniciais na temática “sistemas sanguíneos”. - Aula de laboratório – Tipagem Sanguínea.
4º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>. - Problematizações a partir de situações que envolvem os sistemas sanguíneos.
2º Momento
1º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>. - Apresentação do Sistema Kanban¹. - Realização, em grupos, de um <i>Brainstorming</i> ou “Epifania de ideias”
2º ao 10º Encontros:
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração e Criação dos Jogos Digitais.
3º Momento
1º Encontro:
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos mapas conceituais finais.

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

No final do processo de intervenção, o Questionário Diagnóstico (QD) Final (aqui chamado de pós-teste), com questões que abordam o mesmo contexto exposto no pré-teste, foi aplicado e classificado conforme os critérios estabelecidos por [Manassero e Vázquez \(2001\)](#) em Adequadas, Plausíveis e Ingênuas, para a análise qualitativa da evolução conceitual dos conteúdos de sistemas sanguíneos.

1. Sistema Kanban: Sistema largamente utilizado em estúdios de jogos e que consiste em um planejamento eficaz para otimizar o tempo na realização de tarefas. A técnica fundamenta-se na amostra visual, em que as etapas ou backlog conhecidas como: Design, Desenvolvimento, Testes, Deploy e Produto utilizado para o desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos são demarcados logo após serem são executados, assim como se faz em um check list.

4. Resultados

4.1 Análise do Questionário Diagnóstico Inicial

No processo inicial de análise das questões do pré-teste, foi observada a necessidade da aplicação de organizadores prévios.

Houve a necessidade de clarificar as conceituações correlacionadas a cada classificação dos subsunçores. Sendo assim, a categoria Adequada evidencia a presença de subsunçores eficazes na ancoragem da nova informação proposta; subsunçores identificados em Parcialmente Adequados referem-se a algum conhecimento específico, mas que ainda necessitam de reestruturação; e a categoria Inexistente representa a ausência de subsunçores expostos nesses resultados em ideias equivocadas, ou muitas vezes expressas como: “acho que sim”, “acho que não”, “não tenho justificativa”, “não sei” ou, simplesmente, questões deixadas em branco, não sendo possível estabelecer, portanto, ancoragem ao novo conhecimento apresentado.

O preenchimento do questionário ocorreu sem qualquer fonte de pesquisa ou mediação dos pesquisadores para que as impressões presentes na memória cognitiva dos participantes fossem demonstradas sem intervenções. Com isso, a análise da Tabela 2 permite observar o predomínio de subsunçores inexistentes nas questões propostas, expondo, em contrapartida, a escassez de subsunçores adequados e parcialmente adequados. As questões categorizadas na Tabela 2 são as que compuseram o pré-teste.

Ratifica-se, contudo, que as respostas fornecidas pelos participantes da pesquisa foram analisadas com enfoque na perspectiva biológica, mais precisamente, considerando os conceitos aplicados em Genética, subunidade sistemas sanguíneos.

Tabela 2

Classificação Geral dos subsunçores nos resultados do pré-teste, segundo Vinholi Júnior (2011).

Questões Categorizadas	Categorias de Respostas		
	A	PA	I
Q1a. Consegue identificar os sistemas sanguíneos	-	-	19
Q1b. Consegue identificar os tipos sanguíneos	9	8	2
Q1c. Consegue compreender o termo alelos	-	2	17
Q1d. Consegue compreender o termo fenótipo	-	-	19
Q2. Entende as probabilidades para o sistema ABO	5	1	13
Q3. Conhece o sangue mais comum e mais raro	4	5	10
Q4. Compreende a incompatibilidade sanguínea	-	7	12
Q5. Conhece os sangues doador e receptor universal	1	7	11
Q6. Entende as probabilidades genóticas e fenóticas para um casal Rh+	-	-	19
Q7. Entende as probabilidades genóticas e fenóticas para um casal Rh-	-	-	19
Q8. Compreende os termos dominante e recessivo	5	2	11
Q9. Sabe trabalhar nas probabilidades dos improváveis descendentes acerca do sistema ABO	5	-	14
Q10. Sabe trabalhar nas probabilidades dos prováveis descendentes acerca do sistema ABO	6	1	12
Q11. Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina	-	-	19

Nota: A: Adequado; PA: Parcialmente Adequado; I: Inexistente.

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Nas questões Q1a, Q1d, Q6, Q7 e Q11, os estudantes não apresentaram subsunçores. Acentua-se, contudo, que não houve nenhuma resposta para Q11. É possível constatar em Q1a que os estudantes não apontam o sistema sanguíneo ABO, o sistema sanguíneo Rh e o sistema sanguíneo MN, este raramente mencionado nos contextos escolares, como exemplos de tipos de sistemas sanguíneos existentes. Sendo assim, as respostas permitem afirmar que existe equívoco conceitual das expressões sistemas sanguíneos com grupos sanguíneos.

A aparente deficiência na identificação dos grupos sanguíneos na categoria Q1d deve-se ao fato dos estudantes não compreenderem corretamente o termo fenótipo, associação que também pode ser comprovada em grande parte das respostas em Q1b, em que foram classificados nove subsunçores adequados e oito parcialmente adequados, que trata especificamente deste item. Avalia-se, então, que os conteúdos devem ser bem estruturados e fundamentados devido à interdependência que eles apresentam, no intuito de impedir que se tornem fragmentados e que prejudiquem a assimilação dos mesmos.

No que se refere à conceituação de termos técnicos, a falta de compreensão sobre genótipo do sistema Rh foi observada em Q6 e Q7, seguindo a mesma linha de conhecimento equivocada sobre as terminologias básicas da genética. Como consequência, as efetuações e análises das probabilidades nos cruzamentos ficam comprometidas. Os alelos também são conceitos marcados pela deficitária compreensão conceitual, conforme relatado em Q1c, que trata especificamente do termo, cujas respostas apontam 17 subsunçores ausentes e 2 subsunçores parcialmente adequados.

Um dos itens que menos apresentou ausência de subsunçores, ainda que em quantidade considerável, também está relacionado a termos técnicos, indicando para os tópicos dominância e recessividade um aporte de 11 subsunçores inexistentes e oito adequados e parcialmente adequados, que computavam juntos as respostas para assertiva Q8.

Na Tabela 3 verifica-se a transcrição de algumas perguntas do pré-teste e as respectivas respostas classificadas de acordo com os subsunçores apresentados pelos participantes da pesquisa:

Tabela 3

Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

Q1a. Quais são os tipos de sistemas sanguíneos que você conhece?	
P11: A, B, AB, O	Inexistente
Q1b. Quais são os tipos sanguíneos que você conhece?	
P3: A+, B+, AB+, O+, A-, B-, AB-, O- P8: A, B, AB, O positivo ou negativo P7: A+, B-, O+	Adequado Adequado Parcialmente adequado
Q1c. Quantos e quais são os alelos que compõem os seguintes grupos sanguíneos?	
P1: I ^A i, I ^A I, I ^B i, I ^B I, ii ^O , Rh+, Rh-	Parcialmente adequado
Q1d. Quais são os fenótipos (tipos de sangue) que compõem os seguintes grupos sanguíneos?	
P8: IABi; II; IXX P1: RR, Rr, rr	Inexistente Inexistente
Q6. Um casal que tem sangue Rh positivo pode ter filhos com sangue Rh negativo? Justifique sua resposta.	
P19: Não, porque ambos são Rh-	Inexistente

Q7. Um casal que tem sangue Rh negativo pode ter filhos com sangue Rh positivo? Justifique sua resposta.	
P8: <i>Sim, negativo com negativo= positivo</i>	Inexistente
P19: <i>Não, porque ambos são Rh+</i>	Inexistente
Q8. Há alguma relação no sentido dos filhos “adquirirem” mais o tipo de sangue do pai do que o da mãe, ou vice-versa? Explique.	
P7: <i>Irá depender de quem é dominante.</i>	Adequado
P5: <i>Se o tipo do pai for dominante pode passar para o filho.</i>	Adequado
P14: <i>Adquirirem mais tipos de sangue do pai por genética mais forte.</i>	Parcialmente adequado
P15: <i>Sim, pois o pai ou a mãe pode conter um alelo dominante.</i>	Adequado
P17: <i>Sim, pois a criança pode ter o gene dominante quanto do pai, quanto da mãe.</i>	Adequado
P19: <i>Sim, porque alguns sangues são mais dominantes.</i>	Adequado

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Os resultados concernentes a Q2, Q9 e Q10 também causam inquietação, pois nessas categorias foram identificados 13, 14 e 12 subsunçores inexistentes, respectivamente. Nesses itens, seriam necessários conhecimentos dos genótipos do sistema ABO, assim como a utilização de cruzamentos por meio do uso do quadro de Punnett². A Tabela 4 reproduz alguns subsunçores presentes nessas categorias.

Tabela 4

Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

Q2. Pode haver casos em que os filhos possuem tipo sanguíneo diferente dos pais? Justifique	
P15: <i>Sim, em algum caso em que o pai ou a mãe tenha um alelo recessivo. Ex: Pai I^Ai Mãe I^Ai podem gerar um filho tipo O.</i>	Adequado
P9: <i>Sim, o pai pode ter o tipo O e a mãe AB, e o filho pode nascer B, por exemplo, acredito.</i>	Adequado
P4: <i>Sim, por causa dos cálculos.</i>	Inexistente
Q9. Um homem com sangue AB casa-se com uma mulher que possui sangue O. Qual (is) o(s) tipo(s) de sangue que jamais um filho desse casal poderia ter? Justifique sua resposta.	
P9: <i>Acredito que pode nascer um filho com qualquer tipo sanguíneo.</i>	Inexistente
P1: <i>Ele poderia ter tanto o sangue A, B, AB ou O, pois eles possuem todos os fenótipos.</i>	Inexistente
P15: <i>Um filho do tipo O ou do tipo AB, porque na herança do filho, na combinação do sangue só é possível ter um filho do tipo A ou B.</i>	Adequado
Q10. Um casal que tem sangue tipo A pode ter filhos com tipo sanguíneo O?	
P5: <i>Nunca. AA x AA = AA x AA = 100% A</i>	Inexistente
P19: <i>Depende. Porque o O é universal.</i>	Inexistente
P3: <i>Depende. I^Ai x I^Ai = I^AI^A x I^Ai = I^Ai x ii = 25% O</i>	Adequado

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

As categorias Q3, Q4, Q5 e Q11 referem-se aos processos relacionados às transfusões sanguíneas. O contexto da Q3 ao expor a importância do conhecimento dos tipos de sangue mais raro e mais comum, também disserta, de forma implícita, a partir dessa compreensão, a responsabilidade social nas doações de sangue, entretanto indicou um quantitativo de 10 subsunçores inexistentes, 5 parcialmente adequados e 4 adequados. Q4 apresentou um quan-

2. Quadro de Punnett: Trata-se de um diagrama que permite determinar as frequências esperadas de um genótipo para um dado cruzamento.

titativo de 12 subsunçores inexistentes e para a questão Q5 foi detectada a ausência de 11 subsunçores.

Esse tema prescinde da correta diferenciação e a percepção da relação estabelecida entre as proteínas presentes na membrana das hemácias e as proteínas presentes no plasma sanguíneo para que o aluno possa interpretar os processos de incompatibilidade sanguínea.

A Tabela 5 retrata algumas respostas apresentadas nas questões mencionadas acima.

Tabela 5

Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

Q3. Em sua opinião, qual é o tipo sanguíneo mais comum no Brasil? E o mais raro?	
P1: O mais comum é o A+ e o mais raro AB- P8: Comum = A, B ou AB Raro= O P17: O+ é o mais comum AB- é o mais raro	Parcialmente adequado Inexistente Adequado
Q4. Em sua opinião, o que impede de uma pessoa doar ou receber sangue para outras pessoas?	
P2: O tipo sanguíneo, a pessoa não pode doar ou receber se eles não tiverem o mesmo tipo sanguíneo. P11: Se os tipos sanguíneos são compatíveis. P14: Um pouco de medo, falta de tempo ou preguiça.	Inexistente Parcialmente adequado Inexistente
Q5. Qual é o tipo de sangue doador universal? E o receptor universal? Justifique sua resposta.	
P9: Doador universal é o tipo O e o receptor universal é o tipo AB. P13: O- é o doador universal, mas não existe um receptor universal. P15: O doador universal porque ele é criado "a partir dos outros" e AB receptor porque ele é quase um conjunto de todos.	Adequado Parcialmente adequado Parcialmente adequado

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Para uma melhor visualização dos resultados, os valores que aparecem na Figura 1 estão apresentados em porcentagem. Esses dados permitem observar a elevada parcela de estudantes que apresentaram ideias e proposições que não se associam corretamente com os conteúdos de sistemas sanguíneos. As respostas dadas individualmente foram agrupadas e classificadas de acordo com os conceitos subsunçores adequados, parcialmente adequados e inexistentes, e consoante aos pressupostos teóricos utilizados neste estudo, foi constatado uma ínfima observação de conhecimentos prévios especificamente relevantes capazes de relacionar a nova informação apresentada.

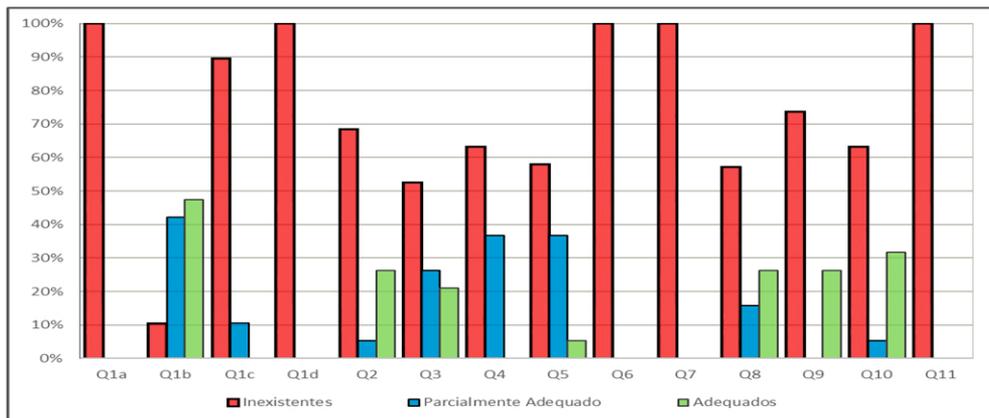


Figura 1. Resultados em porcentagem de subsunçores analisados no pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

4.2 Análise Comparativa do Questionário Diagnóstico Final e Questionário Diagnóstico Inicial

As avaliações do pós-teste foram analisadas de acordo com os critérios estabelecidos por [Manassero e Vázquez \(2001\)](#), que classificam as respostas em três categorias: Adequadas (A): Se a frase expressa uma opinião adequada sobre o assunto; Plausíveis (P): Embora não seja totalmente adequado, a frase expresse algum aspecto apropriado acerca do tema; e Ingênuas (I): A frase expressa um ponto de vista que não é nem adequado nem plausível para os conteúdos de sistemas sanguíneos.

Embora a finalidade do pré-teste, administrado inicialmente, consistia na investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes a partir do agrupamento dos subunçores em adequados, parcialmente adequados e inexistentes, a classificação utilizada para o pós-teste e as categorias elaboradas para questões, por efeito da similaridade, possibilitaram a análise e comparação das respostas, permitindo uma visualização do progresso na aprendizagem dos conceitos aplicados nos itens trabalhados. Cabe aqui informar que as respostas apresentadas para essa análise foram selecionadas aleatoriamente.

A Tabela 6 retrata o quantitativo e a identificação classificatória das respostas do questionário diagnóstico final aplicado aos sujeitos participantes da pesquisa após o período de intervenção. As questões categorizadas na tabela 6 indicam as perguntas que compuseram o pós-teste.

Tabela 6

Classificação Geral das respostas do pós-teste, segundo [Manassero e Vázquez \(2001\)](#).

Questões Categorizadas	Categorias de Respostas		
	A	P	I
Q1a. Consegue identificar os sistemas sanguíneos	15	3	1
Q1b. Consegue identificar os tipos sanguíneos	9	9	1
Q1c. Consegue compreender o termo fenótipo e genótipos (alelos)	3	15	1
Q2. Conhece os sangues doador e receptor universal	2	17	-
Q3. Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina	2	8	9
Q4. Compreende os termos dominante e recessivo	3	7	9
Q5. Compreende a incompatibilidade sanguínea	6	3	10
Q6. Entende as probabilidades para um casal Rh-	3	8	8
Q7. Entende as probabilidades para um casal Rh+	1	1	17
Q8. Conhece o sangue mais comum e mais raro	11	3	5
Q9. Sabe trabalhar nas probabilidades dos prováveis descendentes acerca do sistema ABO	6	-	13
Q10. Sabe trabalhar nas probabilidades dos improváveis descendentes acerca do sistema ABO	3	6	10
Q11. Entende as probabilidades para o sistema ABO	4	3	12

Nota: Adequadas (A); Plausíveis (P) e Ingênuas (I). Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Ao confrontar as questões Q1a, Q1d, Q6, Q7 e Q11 (Tabela 2), em que todas as respostas obtidas no pré-teste apresentaram subsunçores inexistentes, com as questões Q1a, Q1c, Q7, Q6 e Q3 (Tabela 6) (que correlatam, respectivamente, dos mesmos itens no pós-teste), verifica-se uma compreensão notável dos termos técnicos, visto que grande parte das respostas foi classificada em adequadas e plausíveis.

Assim sendo, os itens da Tabela 6 que correspondem ao fenótipo e genótipo (Q1c) apresentaram apenas uma resposta ingênua. As categorias que mencionam as proteínas aglutinogênio e aglutinina (Q3) totalizaram 10 respostas entre adequadas e plausíveis e os conhecimentos acerca dos tipos sanguíneos encontrados em maior e menor proporção na população (Q8) obtiveram um aporte de 14 respostas categorizadas em adequadas e plausíveis. Esses elementos abordados com os participantes da pesquisa implicam no conhecimento acerca da importância e da responsabilidade das doações sanguíneas, reconhecendo a necessidade de reposição nos bancos de sangue, ao qual a contribuição da sociedade é imprescindível para o abastecimento do estoque nos hospitais. Assim, diante das respostas apresentadas é possível afirmar a assimilação dos estudantes nesse conteúdo.

Para o tópico que trata do Sistema Rh, os respondentes demonstraram mais facilidade em realizar o cruzamento com o Rh- (Q6), provavelmente pela única possibilidade de genótipo (recessivo), enquanto que para Rh+ (Q7), o diminuto quantitativo de questões adequadas e plausíveis pode ser explicado pela dificuldade dos estudantes na realização do cruzamento, justamente pela interdependência com o conhecimento dos termos dominantes homocigotos e heterocigotos.

Os resultados da Q4 atestam a dedução anterior, pois a categoria ocupa-se justamente com a análise da compreensão desses termos, e assim, percebe-se uma diferença mínima quando comparado ao resultado do teste anterior (referente à Q8 – Tabela 2), e que por essa razão, podem ter influenciado a baixa assimilação do conteúdo da Q7 no pós-teste. Todavia, como já mencionado acima, esses dois tópicos, embora sejam considerados mais difíceis pelos alunos, ainda assim foram mais compreendidos, mesmo que minimamente, pela turma no último teste.

A discrepância ocorrida nas respostas entre os dois testes em relação ao entendimento dos alunos sobre a identificação dos sistemas sanguíneos (Q1a) é notória, visto que no pré-teste (Tabela 2), todos os estudantes não apresentaram subsunçores, e decorridas as atividades, um quantitativo de 15 respostas foram demarcadas em adequadas, 3 em plausíveis e somente 1 em ingênua (Tabela 6).

É importante observar que embora os alunos tenham demonstrado conhecimentos acerca dos principais tipos sanguíneos nas respostas em Q1c, ainda no pré-teste (Tabela 2) evidencia-se um resultado minimamente modificado ao constatar a mesma questão no pós-teste (Tabela 6). O que se percebe, de fato, é que as definições das expressões sistemas sanguíneos e tipos sanguíneos tornaram-se mais patentes para os estudantes, o que deixa irrefutável os indícios de aprendizagem nessas categorias.

É interessante apontar, diante dos dados amostrados, que a ênfase dada a determinados conceitos influencia o processo de ensino-aprendizagem, o que demarca, por outro lado, o papel fundamental do professor na mediação da informação. Assim, a tabela 7 retrata o comparativo obtido a partir de algumas respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

Tabela 7

Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

Consegue identificar os sistemas sanguíneos?	
Pré-teste (Q1a) P1: A questão foi deixada em branco. P7: veias.	Pós-teste (Q1a) P1: Sistema ABO, Sistema Rh e Sistema MN. P7: Sistema= ABO, Rh e MN.
Consegue compreender o termo fenótipo e genótipos (alelos)	
Pré-teste (Q1c/Q1d) P6: As questões foram deixadas em branco. P14: As questões foram deixadas em branco.	Pós-teste (Q1c) P6: Fenótipos: A, B AB, O, +, - MM, NN, MN. Genótipos: Deixados em branco. MN a questão foi deixada em branco. P14: Fenótipos: A, B AB, O, RH+, RH-, M, N, MN. Genótipos: $I^A I^A$, ou I^A , $I^B I^B$ ou $I^B i$, $I^A I^B$ i. RR ou Rr, rr. $L^M L^M$, $L^N L^N$, $L^M L^N$.
Entende as probabilidades para um casal Rh+	
Pré-teste (Q6) P1. A Questão foi deixada em branco.	Pós-teste (Q7) P1: Pais heterozigotos Rr x Rr = RR, Rr, Rr, rr 75% Positivo, 25% Negativo / Pais sendo homozigotos 100% Positivo RR x RR = RR, RR, RR, RR.
Entende as probabilidades para um casal Rh-	
Pré-teste (Q7) P7: A Questão foi deixada em branco.	Pós-teste (Q6) P7: Rh-
Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina	
Pré-teste (Q11) P19: A Questão foi deixada em branco.	Pós-teste (Q3) P19: Aglutinogênio: A, B / Aglutinina: Anti-A e Anti-B. Aglutinogênio é encontrado nas hemácias da célula e a aglutinina é encontrada no plasma.
Conhece o sangue mais comum e mais raro	
Pré-teste (Q3) P9: O positivo e negativo é o tipo sanguíneo mais comum. O mais raro é AB negativo ou positivo. P14: O mais comum é A+, o mais raro AB+.	Pós-teste (Q8) P9: O+ (mais comum) e AB- (menos comum). P14: Maioria: O+ / Minoria: AB-.
Consegue identificar os tipos sanguíneos	
Pré-teste (Q1b) P16: A+, A-, AB, O+, O-	Pós-teste (Q1b) P16: A, B, AB, O RH+, RH-, MN, MM, NN.
Compreende os termos dominante e recessivo	
Pré-teste (Q8) P3: Não, o filho recebe 50% de cada um dos seus reprodutores. P13: Depende do tipo sanguíneo dos pais.	Pós-teste (Q4) P3: Dependendo de seu genótipo e fenótipo, o tipo de sangue de seu filho é criado com 50% de cada um de seus pais. P13: Influencia se um for dominante e o outro recessivo, podendo ter o pai de A e a mãe de sangue B, podendo ter um filho AB.

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Os comentários expostos na Q2 (pós-teste) destacam o resultado satisfatório representado pelas 19 respostas classificadas em adequadas e plausíveis, contrapondo o número expressivo de 11 subsunçores inexistentes na Q5 (pré-teste). No que se refere ao tópico incompatibilidade sanguínea, embora nenhum subsunçor tenha sido identificado como adequado

(Q4), as atividades produzidas impulsionaram o surgimento da categorização de seis respostas adequadas (Q5).

Quanto à compreensão dos genótipos dos sistemas sanguíneos e a utilização do quadro de Punnett, atesta-se, tendo em conta um quantitativo considerável de subsunçores inexistentes para esses conteúdos (Q10, Q9 e Q2 – Tabela 2), uma parcela equiparada de respostas catalogadas em ingênuas (Q9, Q10 e Q11- Tabela 6). Neste caso, compete registrar que a análise para as categorias das respostas no pós-teste possui maior rigor por requerer a integralidade e precisão das resoluções, enquanto que a verificação de subsunçores, conforme já notificado, baseia-se em sua aplicabilidade em ancorar as novas informações recebidas, sendo assim, a composição de indícios já permite o reconhecimento de subsunçores.

A Tabela 8 apresenta o retrato das categorias elencadas acima e o comparativo das respostas dos testes inicial e final para o diagnóstico de indicativo da aprendizagem.

Tabela 8

Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

Conhece os sangues doador e receptor universal	
Pré-teste (Q5) P6: O doador universal é o O, por isso é o mais raro. P19: O, porque ele pode ser doado e receber de todos.	Pós-teste (Q2) P6: Doador universal: O / Receptor universal: AB. P19: ORh- / ABRh+.
Compreende a incompatibilidade sanguínea	
Pré-teste (Q4) P5: O tipo sanguíneo. P11: Se os tipos sanguíneos são compatíveis.	Pós-teste (Q5) P5: Quando você compartilha sangue de A e B, pois cada um tem um anticorpo de anti-A e anti-B. P11: Pela incompatibilidade das aglutininas.
Sabe identificar os prováveis descendentes ao utilizar o quadro de Punnett para o sistema ABO	
Pré-teste (Q10) P15: Caso os pais tenham um alelo recessivo é possível. $I^A i$, $x I^A i = I^A I^A$, $I^A i$, $I^A i$, ii .	Pós-teste (Q9) P15: Caso os dois tenham um gene recessivo a chance de o filho nascer O será de 25%. Caso um dos dois seja dominante não terá chances. $I^A I^A \times I^A I^A / I^A i$, $x I^A i = I^A I^A$, $I^A i$, $I^A i$, ii .
Sabe identificar os improváveis descendentes ao utilizar o quadro de Punnett para o sistema ABO	
Pré-teste (Q9) (AB x O) P1: Ele poderia ter tanto sangue A, B, AB ou O, pois eles possuem todos os fenótipos. P11: $I^A I^B \times ii = I^A i$, $I^B i$, $I^A i$, $I^B i$. Os tipos AB e O.	Pós-teste (Q10) (AB x AB) P1: $I^A I^B \times I^A I^B = I^A I^A$, $I^A I^B$, $I^A I^B$, $I^B I^B$ - 25% (A), 25% (B), 50% (AB). Chance nula. P11: $I^A I^B \times I^A I^B = I^A I^A$, $I^A I^B$, $I^A I^B$, $I^B I^B$ - 0%.
Entende as probabilidades para o sistema ABO	
Pré-teste (Q2) P5: A questão foi deixada em branco. P9: Sim, o pai pode ter o tipo O e a mãe AB e o filho nascer B, por exemplo, acredito.	Pós-teste (Q11) P5: Pode haver cruzamentos que podem mudar a linha genética ao cruzar A com B se tornarem AB. P9: Sim, pois pais com sangue $I^A I^A$ e $I^A i$, por exemplo, tem chance de nascer um filho com ii (O). $I^A i \times I^A i = I^A I^A$, $I^A i$, $I^A i$, ii .

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

As Figuras 2, 3 e 4 notabilizam a compreensão dos conceitos trabalhados ao longo do desdobramento dos dados ponderados. É oportuno ressaltar que os recursos utilizados foram

importantes fontes para o êxito do processo de ensino-aprendizagem dos temas percorridos e a investigação dos conhecimentos prévios, procedimento que muitas vezes é ignorado pelos docentes, aqui mostrou-se substancial para o amadurecimento dos conceitos.

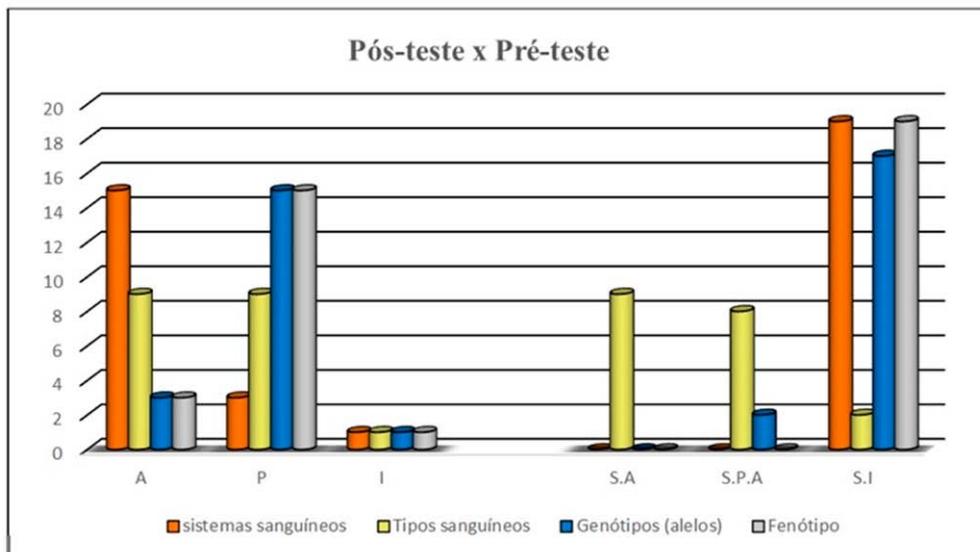


Figura 2. Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.

Nota: Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunoçores adequados), S.P.A (subsunoçores parcialmente adequados) e S.I (subsunoçores inexistentes).

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores

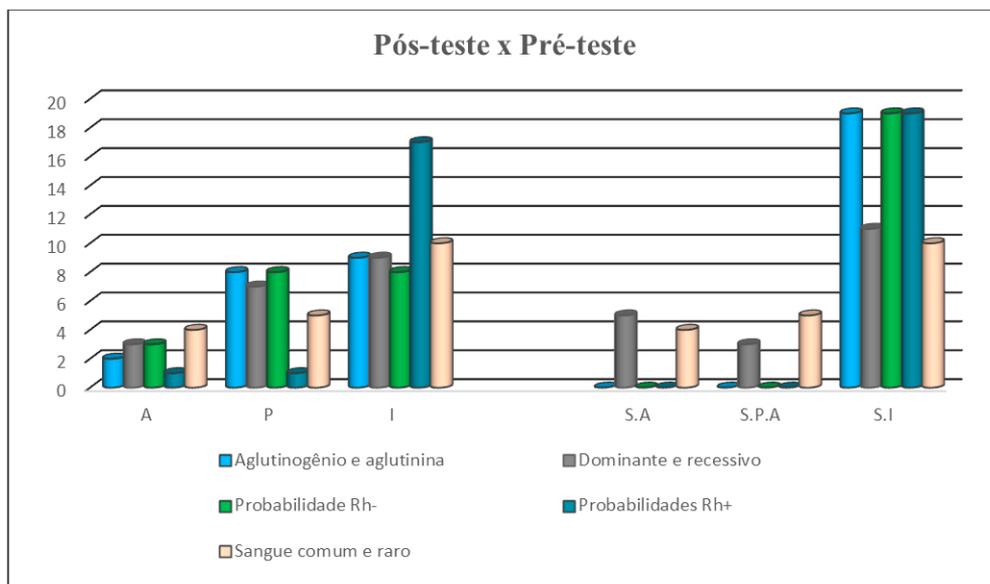


Figura 3. Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.

Nota: Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunoçores adequados), S.P.A (subsunoçores parcialmente adequados) e S.I (subsunoçores inexistentes).

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

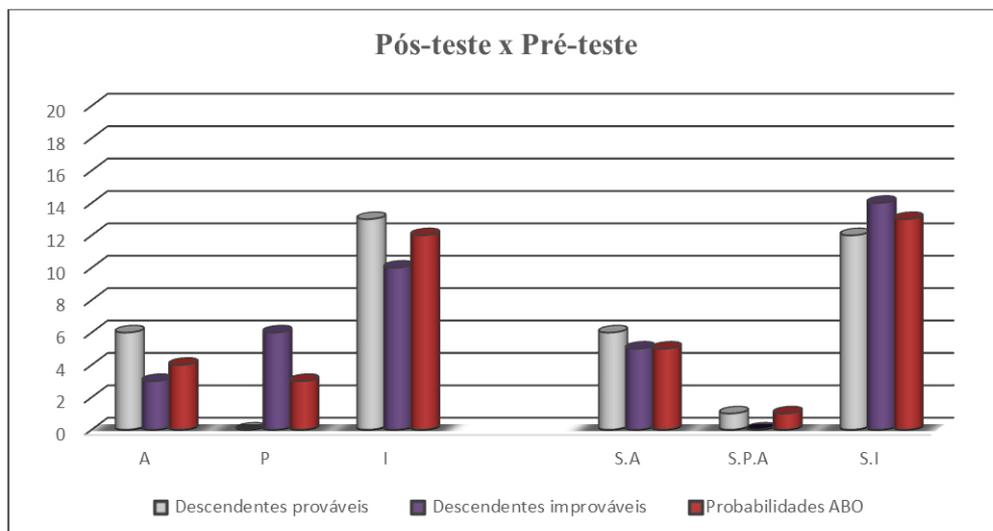


Figura 4. Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.

Nota: Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunoçores adequados), S.P.A (subsunoçores parcialmente adequados) e S.I (subsunoçores inexistentes).

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

5. Discussões

Os termos específicos da genética costumam ser problemáticos para a aprendizagem dos estudantes. [Temp \(2011\)](#) afirma que os conteúdos de genética são, de fato, de difícil compreensão e investiga algumas das principais dúvidas apresentadas pelos estudantes, dentre elas, destaca as relações entre genótipo e fenótipo e aponta como causa a estreita relação existente entre os conteúdos da biologia e que não são trabalhados de forma correlacionadas pelos professores.

Esses dados são confirmados nos estudos de [Souza \(2017\)](#), que revelaram que a grande maioria dos estudantes desconhece o significado e as relações existentes entre os termos e assegura que essa dificuldade reflete na realização da resolução de problemas que envolvem a disciplina.

Em relação à percepção dos estudantes, [Leal \(2017\)](#) constata que grande parte dos estudantes considera o vocabulário da Biologia, de forma geral, difícil e afirma que os termos exclusivos presentes na genética são necessários, todavia promovem em seus conteúdos um alto grau de complexidade.

[Junqueira \(2017\)](#), em seus estudos, demonstrou que assuntos relativos à composição dos elementos contidos no sangue, transfusões sanguíneas e incompatibilidade entre doador e receptor são conhecimentos científicos sobre o Sistema ABO que os discentes conhecem minimamente e não percebem suas conexões com suas experiências reais.

[Vieira \(2013\)](#), ao tratar o sistema sanguíneo Rh, tema abordado nas questões do pré-teste, complementa que o ensino tradicional refletido no uso de livros didáticos nas aulas de genética são os maiores responsáveis pela deficiência dos conhecimentos da subunidade da biologia e enfoca na necessidade da interdisciplinaridade para fundamentar os conceitos apresentados, sobretudo em Biologia molecular e Imunologia.

Os resultados evidenciaram a necessidade de planejar atividades que, contemplassem os requisitos necessários a fim de promover estratégias para a consecução de uma aprendizagem significativa acerca dos conceitos do tema proposto. Diante desses dados, a escola possui, enquanto entidade formal, uma importante responsabilidade de verificar e reestruturar as informações equivocadas ou saturadas de conhecimentos empíricos, e ao conhecer e participar das diferentes experiências, possibilitar a construção do saber coletivo, proporcionando aos alunos os conhecimentos necessários para que os mesmos possam observar a realidade que os cerca e participar efetivamente dela.

Nota-se, a partir da maioria das respostas demonstradas, que embora os estudantes apresentassem alguns conceitos subsunçores importantes para as categorias analisadas, as ideias foram aperfeiçoadas, permitindo que os conhecimentos fossem maximizados. É possível observar, inclusive, o uso de outros conceitos do tema para complementar as respostas no pós-teste, um indicativo do desenvolvimento de habilidades discentes para analisar, refletir e discutir as informações aqui registradas, elementos que descaracterizam a aprendizagem mecânica.

Neste sentido, considerando que a doação de sangue é um tema razoavelmente recorrente no contexto informacional e cotidiano do alunado, a disposição de subsunçores adequados pode ter possibilitado na capacidade de transformação científica dos significados.

Assim, o significado de sistemas sanguíneos, tipos sanguíneos, alelos, fenótipos, dominância, recessividade, as proteínas presentes nas hemácias e no plasma, a utilização e interpretação das informações no quadro de Punnett para o sistema Rh e sistema ABO, a frequência dos tipos sanguíneos na população, o reconhecimento do doador e receptor universal, a incompatibilidade sanguínea e a identificação dos genótipos tornaram-se mais expressivos a partir da proposta de atividades desenvolvidas com caráter construtivista, permitindo que o aluno, ao ocupar o centro do processo de aprendizagem, pudesse ter mais autonomia no processo de desenvolvimento e construção do seu próprio conhecimento.

Os resultados das análises dos questionários à luz dos pressupostos elencados pela literatura foram favoráveis e permitem importantes discussões que dialogam plausivelmente com os objetivos desta pesquisa. Dessa forma, as comparações das respostas do pré-teste e pós-teste propiciaram a verificação das modificações conceituais apresentadas pelos estudantes.

A constatação da insuficiência de subsunçores, verificada inicialmente, reforçou a necessidade da introdução dos organizadores prévios, que serviram como ancoradouros provisórios durante a intervenção, e posteriormente contribuíram na assimilação dos conteúdos. Portanto, foi uma estratégia fundamental na superação do limite entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos apresentados. Esse mecanismo pedagógico propiciou, segundo Ausubel (2003), a aquisição e retenção desses conceitos a partir da manifestação e disposição dos alunos em associar essas informações de maneira não arbitrária e não literal à sua estrutura cognitiva.

Diante dessas observações, o professor precisa identificar os conhecimentos iniciais dos alunos, e caso constate que não são suficientemente adequados para subsidiar a nova informação, deve considerar a necessidade da utilização de um material potencialmente significativo em suas práticas, pois a elaboração de atividades estruturadas e organizadas sequencialmente em níveis de maior generalidade e inclusão, aplicadas no primeiro momento da sequência didática, forneceram conhecimentos relevantes que constituíram pontes cognitivas para a aprendizagem significativa dos conceitos dos sistemas sanguíneos.

6. Considerações finais

Esta pesquisa tem características peculiares em sua essência científica como forma de contribuir com o ensino de Genética, por considerar a possível eficácia da utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) à educação profissional, sobretudo por valorizar os conhecimentos iniciais do alunado na interface de aprendizagem, e assim, conseguir abranger um conjunto de aspectos em interações biológicas, científicas, culturais e tecnológicas, tendo como tema central os sistemas sanguíneos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel promulga que o indivíduo aprende significativamente a partir da relação estabelecida entre os conhecimentos apresentados e os conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitiva. Sendo assim, para o autor, os conhecimentos prévios constituem a variável mais importante para o ensino, pois servirão de pontes cognitivas para a assimilação das novas informações. Essa concepção do autor foi evidenciada, nesta pesquisa, por meio da análise dos questionários/testes iniciais e finais a assimilação dos conceitos de sistemas sanguíneos e a construção de significados na área biológica.

Nesse quadro de interesse, a etapa inicial realizada nesse processo enfocou a imprescindibilidade do professor investigar previamente, por meio de situações didáticas, os subsunçores que os estudantes possuem e ensinar nesse direcionamento com vistas a favorecer uma estrutura cognitiva mais robusta no que se refere aos conceitos biológicos. Por conseguinte, o pré-teste aplicado inicialmente revelou a insuficiência de subsunçores capazes de ancorar as novas informações que seriam apresentadas e realçou a premissa da presença de conteúdos da disciplina de Genética com alta complexidade.

E sob essa orientação, para suprir temporariamente a ausência de subsunçores válidos e significativos para a incorporação do material aprendido, o primeiro momento da sequência didática foi construído com uso de organizadores prévios, que representam importantes estratégias pedagógicas organizadas de forma a facilitar a aprendizagem dos conteúdos, de acordo com os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, assim como a estrutura mental do indivíduo está organizada. Dessa forma, a sequência foi iniciada pelo tema sangue e progressivamente esses conceitos foram diferenciados em termos de especificidades e minúcias acerca dos conhecimentos sobre células sanguíneas, proteínas e genótipos dos Sistemas ABO, Rh e MN.

O pós-teste foi aplicado com o mesmo propósito de constatar a evolução dos conhecimentos dos sistemas sanguíneos. Apontou-se, por meio das comparações de desempenho entre os testes diagnóstico inicial e final, uma mudança conceitual expressiva em relação aos termos específicos dos conceitos analisados, sobretudo o que se refere a identificação do Sistema MN, os genótipos, fenótipos e alelos dos diferentes tipos sanguíneos, bem como a classificação em doador e receptor universal. Esses aspectos foram evidenciados por meio da incorporação de novos conceitos refletidos pelos registros de respostas coerentes e completas.

É importante mencionar que, para o sucesso da pesquisa nessa temática na educação profissional, foi substancial a colaboração de um professor da área técnica para orientar os estudantes nos conteúdos específicos do curso, na proporção em que os pesquisadores mediam as discussões acerca dos assuntos da Genética. Um trabalho empreendido que pode proporcionar a integração das disciplinas, neste caso, permitiu a execução da carga horária proposta e favoreceu maior desenvolvimento e utilização das tecnologias educacionais e dos conteúdos de sistemas sanguíneos, um desafio que efetivamente aponta para uma importante etapa à interdisciplinaridade.

O que se pretende divulgar com esse estudo é que a elaboração de atividades didáticas sequenciadas e embasadas na TAS podem promover um ambiente interessante e estimulador, e favorecer nos educandos a formação do pensamento científico e reflexivo, o envolvimento nas atividades de forma colaborativa e o desenvolvendo de habilidades de criticidade e criatividade, e sobretudo, torná-los capazes de resolver os desafios que permeiam seu cotidiano fora da sala de aula.

Assim, espera-se que com a aplicabilidade da proposta desenvolvida, os docentes se interessem por novos métodos para abordagem dos conteúdos de Genética. Dessa forma, salienta-se que o experimento apresentado não é estático, não se aplica unicamente aos conteúdos de Genética e nem se restringe aos cursos técnicos da educação profissional e poderá, portanto, ser reproduzido e readaptado em outros contextos educacionais.

Referências

- Alegro, R. C. (2008). *Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio*. (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, Marília, Brasil.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Fonseca, A. L. C. (2018). *Estações da genética do sistema ABO: Uma proposta para o ensino de biologia* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil.
- Gil, A. C. (1997). *Metodologia do Ensino Superior*. (3ª ed). São Paulo: Atlas.
- Junqueira, M. P. (2017). *A plataforma educacional Edmodo aplicada ao ensino de genética no ensino médio*. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Leal, C. A. (2017). *Estratégias didáticas como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes* (Tese de doutorado). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.
- Leite, R. C. M. (2004). *A produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de Genética* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Machado, M. H. (2012). *Uso do vídeo como ferramenta no ensino de Genética* (Dissertação de mestrado). Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, Brasil.
- Manassero, M. A., y Vásquez, A. A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(13), 15–27.
- Moraes, R. M. (2005). *A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais* (Dissertação de mestrado). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brasil.
- Moreira, M. A. (2011). Aprendizagem significativa um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(3), 25-46.
- Moreira, M. A. (2012). O que é Afinal Aprendizagem Significativa? *Currículum, La Laguna*, 1(25), 1-27.
- Moreira, M. A. (2018). *Teorias de aprendizagem*. (2ª ed). São Paulo: E.P.U.
- Silva, C. C. (2014). *Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

- Silva, O. G., y Navarro, E. C. (2012). A relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem. *Revista Eletrônica da Univar*, 8(3), 95-100.
- Souza, J. L. S. (2017). *Conceitos da Genética com animações: Uma estratégia para o Ensino Médio* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil.
- Temp, D. S. (2011). *Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.
- Vieira, M. S. (2013). *Abordagem genética e imunofisiológica dos sistemas ABO e Rh para melhor compreensão e ensino da eritroblastose fetal* (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Vinholi Júnior, A. J. (2011). Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a aprendizagem em conceitos em botânica. *Acta Scientiarum. Education*, 33(2), 281-288.