

DESENHANDO O PROCESSO EDUCACIONAL DE MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA METADISCIPLINARIDADE DA EDUCAÇÃO

DISEÑAR EL PROCESO EDUCATIVO DE LAS MATEMÁTICAS EN EL CONTEXTO DE LA METADISCIPLINARIDAD DE LA EDUCACIÓN

DESIGNING THE MATHEMATICS EDUCATIONAL PROCESS IN THE CONTEXT OF EDUCATION METADISCIPLINARITY

Tatyana E. RYMANOVA¹
Natalia V. CHERNOUSOVA²
Roman A. MELNIKOV³

RESUMO: O artigo é dedicado a uma das questões atuais - o problema do desenho de processos educacionais. Entre as inovações do espaço educacional russo, um lugar especial pertence à direção metadisciplinar, nova para a pedagogia doméstica. A compreensão da categoria metadisciplinaridade tanto no aspecto teórico quanto aplicada a partir da visão moderna torna-se especialmente importante. Até certo ponto, a complexidade do problema é determinada pela tradução ambígua do prefixo “meta”. Recentemente, muitos estudos têm se dedicado à metadisciplinaridade. A análise de trabalhos científicos sobre este problema não mostrou um único ponto de vista sobre o assunto. A abordagem axiomática é proposta como uma das opções para a construção de uma estratégia educacional no campo da metadisciplinaridade. Este estudo visa mostrar a possibilidade de utilização deste último na concepção do processo educacional em matemática como parte da implementação da direção metadisciplinar dos padrões educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Padrões educacionais. Interdisciplinaridade. Metadisciplinaridade. Supradisciplinaridade. Abordagem axiomática.

RESUMEN: *El artículo está dedicado a uno de los temas actuales: el problema del diseño de procesos educativos. Entre las innovaciones del espacio educativo ruso, un lugar especial pertenece a la dirección metadisciplinaria, nueva para la pedagogía doméstica. La comprensión de la categoría de la metadisciplinariedad tanto en el aspecto teórico como aplicado desde la posición de la visión moderna se vuelve especialmente importante. Hasta cierto punto, la complejidad del problema está determinada por la traducción ambigua del prefijo “meta”. Recientemente, se han realizado muchos estudios dedicados a la metadisciplinariedad. El análisis de trabajos científicos sobre este problema no mostró un*

¹ Universidade Estadual de Bunin Yelets (ELSU), Yelets – Rússia. Professora Associada do Departamento de Matemática e Métodos de Ensino. Candidata em Ciências Pedagógicas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9257-9141>. E-mail: rymanova41@bk.ru

² Universidade Estadual de Bunin Yelets (ELSU), Yelets – Rússia. Candidata em Ciências Pedagógicas, Professora Associada, Diretora do Instituto de Matemática, Ciências Naturais e Técnicos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5240-9025>. E-mail: nataliav.chernousova@yandex.ru

³ Universidade Estadual de Bunin Yelets (ELSU), Yelets – Rússia. Professora Associada do Departamento de Matemática e Métodos de Ensino. Candidata em Ciências Pedagógicas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4498-2459>. E-mail: roman_lets_09@mail.ru

punto de vista único sobre este tema. El enfoque axiomático se propone como una de las opciones para construir una estrategia educativa en el campo metadisciplinario. Este estudio tiene como objetivo mostrar la posibilidad de utilizar este último en el diseño del proceso educativo matemático como parte de la implementación de la dirección metadisciplinaria de los estándares educativos.

PALABRAS CLAVE: Estándares educativos. Interdisciplinarietà. Metadisciplinarietà. Supradisciplinarietà. Enfoque axiomático.

ABSTRACT: The article is devoted to one of the current issues – the problem of educational process design. Among the Russian educational space innovations, a special place belongs to the metadisciplinary direction, new for domestic pedagogy. Comprehension of the metadisciplinary category both in the theoretical aspect and applied from the position of the modern view becomes especially important. To some extent, the complexity of the problem is determined by the ambiguous translation of the prefix “meta.” Recently, there have been many studies devoted to metadisciplinary. The analysis of scientific works on this problem showed no single point of view on this issue. The axiomatic approach is proposed as one of the options for building an educational strategy in the metadisciplinary field. This study aims to show the possibility of using the latter in designing the mathematics educational process as part of implementing the metadisciplinary direction of the educational standards.

KEYWORDS: Educational standards. Interdisciplinarity. Metadisciplinary. Supradisciplinary. Axiomatic approach.

Introdução

Atualmente, com alto grau de objetividade, pode-se argumentar que a humanidade entrou em um novo período de seu desenvolvimento. Existem muitos pré-requisitos para isso: mudanças geopolíticas, reivindicações ambiciosas de determinados estados à liderança, a globalização de quase todas as esferas da vida e a criação do espaço digital. Além disso, todos eles são vistos como supertarefas. Nessas condições, os estados precisam de especialistas altamente qualificados, jovens proativos, móveis, criativos, prontos para buscar novas ideias para implementar planos de modernização da produção, desenvolvimento e implementação de projetos inovadores, um avanço em todas as esferas da vida. Os problemas enfrentados pela sociedade russa nos obrigam a reconsiderar a política educacional e desenvolver uma nova linha estratégica, que agora está se tornando parte integrante da segurança nacional. Nesse contexto, grandes esperanças são depositadas na escola. As consequências da transformação do espaço educacional russo foram os padrões de segunda geração. Uma nova categoria de “metadisciplinaridade” apareceu para a ciência pedagógica doméstica nesses documentos normativos. A ambiguidade da interpretação deste conceito levanta muitas questões teóricas e

práticas. Ao mesmo tempo, isso tem um certo ponto positivo, pois impulsionou o desenvolvimento do pensamento científico, mas ao mesmo tempo expôs muitos problemas de natureza aplicada, antes de tudo, para atingir os objetivos traçados nas normas.

Devido às circunstâncias atuais, tornou-se mais aguda a contradição entre as necessidades da vida sociocultural e econômica da sociedade na modernização da educação e o desenvolvimento insuficiente dos aspectos metodológicos da implementação da direção metadisciplinar dos novos padrões. A busca de formas de resolver esse antagonismo determinou o propósito deste estudo.

Materiais e métodos

Os seguintes métodos e abordagens foram usados para atingir o objetivo do estudo:

Métodos teóricos:

- Análise da produção científica sobre o tema, resultando na elucidação da multidimensionalidade do conteúdo do conceito de “metadisciplinaridade”;
- Generalização e sistematização de ideias científicas de cientistas nacionais e estrangeiros, que permitiram formular a axiomática do design do ambiente metadisciplinar;
- Modelagem – foi construído um novo modelo conceitual, que serviu de base para o desenho do processo educativo no ensino médio na direção metadisciplinar;

Métodos empíricos:

- Observação dos participantes no processo educativo, conversas com crianças e professores; questionar este último ajudou a determinar a eficácia da tecnologia proposta;

Abordagens:

- A abordagem sinérgica esclareceu o conteúdo da categoria “metadisciplinaridade” como conceito integrador;
- A abordagem tecnológica contribuiu para o desenvolvimento de procedimentos para ativar a sinergia de qualquer campo científico com outras disciplinas acadêmicas.

Os autores conduziram o presente estudo durante três anos. Os participantes do experimento eram crianças de 11 e 12 anos que estudavam na quinta série de instituições de ensino médio na cidade de Yelets, região de Lipetsk da Federação Russa, sem pré-seleção. O

total de disciplinas foi de 70. Matemática e geografia foram consideradas as áreas científicas que fundamentam o estudo.

Revisão da literatura

O prefixo “meta” carrega uma conotação histórica. Involuntariamente, o estudo dessa questão traz à mente a metafísica de Aristóteles. No entanto, o próprio filósofo não chamou seus escritos por esse nome. Andrônico de Rodes que chamou. Coleccionando os escritos de Aristóteles, ele tentou sistematizá-los de uma certa maneira. Como resultado, ele encontrou materiais que não podiam ser classificados como filosofia, lógica ou física. Andrônico de Rodes organizou essas obras depois da física, então surgiu a metafísica de Aristóteles. Do grego antigo, “meta” é traduzido como “além”.

Na interpretação moderna, significa “atrás”, “depois” ou “acima”, o que não é típico da língua russa e deu origem a várias interpretações na definição da categoria “metadisciplinaridade”. Situação semelhante surgiu no início dos anos 90 do século passado, quando o conceito de “tecnologia” entrou no léxico pedagógico. Devido à tradução ambígua do idioma inglês, surgiram na ciência termos como “tecnologia pedagógica”, “tecnologia educacional”, “tecnologia de aprendizagem”, “tecnologia na educação”. Por um lado, como observado acima, a situação dá impulso à discussão científica. No entanto, por outro lado, hoje, não há referências claras para a implementação dos objetivos declarados nas normas na direção metadisciplinar.

Cabe destacar que recentemente tem havido muitos estudos sobre a direção metadisciplinar dos padrões educacionais de segunda geração (DEGTYAREVA, 2017; MUSINA; SHESTAKOV, 2017; SMIRNOVA, 2018; SUSHENTSEVA; MERLINA, 2016). No entanto, duas direções principais podem ser distinguidas na ciência psicológica e pedagógica russa. A escola científica, representada por Asmolov (2009), e outros, estuda a implementação da direção metadisciplinar no processo educacional como uma abordagem abrangente para a formação de resultados interdisciplinares. A base é que os componentes interdisciplinares e metadisciplinares da aprendizagem devem ser considerados durante o estudo de disciplinas individuais. Por exemplo, Borovskikh e Rozov (2010) estudam o aspecto de conteúdo do problema, contrastando o conceito de “metadisciplinaridade” com a subjetividade. Eles apontam: “Os princípios de atividade nos obrigam, ao formar um programa educacional, desenvolver métodos de ensino e organizar atividades de aprendizagem, a não focar principalmente na disciplina, mas no conteúdo supradisciplinar – naquelas funções de

atividade generalizadas que devem ser desenvolvidas” (BOROVITSKIKH; ROZOV, 2010, p. 52, tradução nossa). Assim, Borovskikh e Rozov (2010) consideram a metadisciplinaridade como supradisciplinaridade. O tópico “Polinômios” (álgebra, grau 7) é oferecido como exemplo. Operações algébricas sobre monômios e polinômios são estudadas. Os cientistas apontam que os problemas começam quando se deve encontrar o valor de um monômio (ou polinômio) substituindo números em vez de variáveis. De acordo com Borovskikh e Rozov (2010, p. 56), isso manifesta a “supradisciplinaridade”.

A segunda área de pesquisa inclui Yu.V. Gromyko, V. V. Kraevskiy, A. V. Khutorskoy. Os cientistas acreditam que os resultados metadisciplinares são alcançados no estudo de cursos especiais - metadisciplinas construídas em torno de uma determinada organização de pensamento (signo, tarefa, problema e outros). Khutorskoy (2017) dá muita atenção ao conteúdo metadisciplinar, que tem uma função instrumental pré-disciplinar, disciplinar geral. Segundo o cientista, o resultado do componente metadisciplinar dos padrões educacionais são as conquistas pessoais (competências) dos alunos da escola, que representam um produto educacional.

A análise de diferentes pontos de vista (ASMOLOV, 2009; DEGTYAREVA, 2017; SMIRNOVA, 2018; SUSHENTSEVA; MERLINA, 2016; KHUTIRSKOY, 2017) permite afirmar que alguns cientistas combinam metadisciplinaridade com interdisciplinaridade; outros identificam metadisciplinaridade e supradisciplinaridade. Acreditamos que para enfrentar com sucesso os desafios enfrentados pela educação russa hoje, precisamos descobrir o significado das categorias em consideração. Analisando uma grande quantidade de material pedagógico acumulado pela ciência pedagógica doméstica, pode-se argumentar que a interdisciplinaridade ilustra a natureza aplicada da aprendizagem (RYMANOVA, 2018). O estudo da pesquisa moderna sugere que a metadisciplinaridade também é caracterizada pela cultura cognitiva. Esta última é determinada pelo nível de início cognitivo na estrutura da personalidade, e a categoria de “supradisciplinaridade” tem potencial de visão de mundo. Assim, a partir das características acima, podemos concluir que a metadisciplinaridade é mais ampla do que o conceito de “interdisciplinaridade”.

Os pesquisadores estrangeiros também estudam a metadisciplinaridade a partir de diferentes perspectivas, e o leque de pesquisas temáticas é bastante amplo. Pesquisadores de universidades do Canadá analisam as relações entre os componentes do processo de aprendizagem visando alcançar resultados metadisciplinares. Eles consideram a tríade: objetivos de aprendizagem → formas e métodos de aprendizagem → avaliação de resultados (KULASEGARAM; RANGACHARI, 2018). Nota-se que um papel especial nesse processo é

desempenhado pelas questões de avaliação de meta-atividades (MARZANO, 2016). O uso de autoavaliação, avaliação de especialistas e Open Badges para resolver o problema acima é de grande interesse (KAPSALIS *et al.*, 2019). O trabalho também descreve sua eficácia, examina a possibilidade de modelagem e analogia.

Um foco particular da pesquisa americana tem sido na avaliação formativa, vista como uma das principais estratégias públicas para melhorar a aprendizagem (MARZANO, 2016; O'KEEFE; LEWIS, 2019). Ao contrário da avaliação final, resultado da aprendizagem para o ano ou no final da aula, a avaliação formativa é utilizada ao longo de toda a aula. Foi sugerido que esta abordagem ajuda os professores a ajustar seus requisitos, recomendações e instruções aos alunos de acordo com suas necessidades. Ressalta-se que esse tipo de avaliação pode ser visto como uma avaliação da aprendizagem (VOINEA, 2018). A ênfase principal é colocada no papel do feedback; como resultado, há uma formação de habilidades de aprendizagem. É possível distinguir os principais componentes deste processo e as relações entre eles: metas de aprendizagem → melhora do aprendizado → Desenvolvimento de autoeficácia → autoavaliação.

Algumas publicações (VAN DER VLEUTEN; SLUIJSMANS; BRINKE, 2017; VOINEA, 2018) investigam os princípios de avaliação que devem fundamentar a escolha prática ao desenvolver um procedimento avaliativo específico e as possibilidades de uso da tecnologia de avaliação formativa nas aulas de ciências no ensino fundamental. Interessa o trabalho que trata da formação de professores no reconhecimento das ideias dos alunos (FURTAK *et al.*, 2016). Além disso, propõe-se fazer perguntas para determinar o nível de pensamento dos alunos, desenvolver tarefas de avaliação formativa e fornecer feedback que promova o desenvolvimento da atividade de pensamento das crianças.

Resumindo o exposto, é óbvio que a diversidade de abordagens para estudar esse problema é a força motriz da pesquisa atualmente. No entanto, apesar do número suficiente de trabalhos sobre esse tema, os autores deste artigo acreditam que hoje há uma séria necessidade de esclarecer o conceito básico e a necessidade de desenvolver disposições conceituais para organizar efetivamente o trabalho na escola no contexto da direção metadisciplinar.

Resultados e discussão

Se o vetor de estabelecimento de metas muda, então, naturalmente, deve haver algumas mudanças táticas no desenho da atividade do aluno e do professor, o que significa que o

professor enfrenta o problema de determinar parâmetros mais claros e concretos para sua organização.

Vemos uma das formas de resolver as questões levantadas na concepção do processo educacional a partir de uma abordagem conceitual baseada na gênese do conceito “metadisciplinaridade”. Essa visão nos permite formular uma ideologia para a implementação de novos padrões no campo metadisciplinar, que se baseia em um sistema de axiomas. V. M. Monakhov foi o primeiro a propor o uso da abordagem axiomática na construção de modelos pedagógicos (MONAKHOV, 2016).

No nosso caso, propõe-se a seguinte axiomática desenvolvida pelos autores (RYMANOVA, 2019).

O axioma 1 é o axioma da integridade do modelo de processo educacional. Projetar e implementar um sistema de metadisciplinas no processo educacional possibilita a construção de um sistema didático holístico.

O Axioma 2 é o axioma da ciclicidade do modelo de processo educacional. O agregado de várias metadisciplinas, unidas por um conteúdo ideológico comum, representa um único ciclo com características obrigatórias de estabelecimento de metas e diagnósticos.

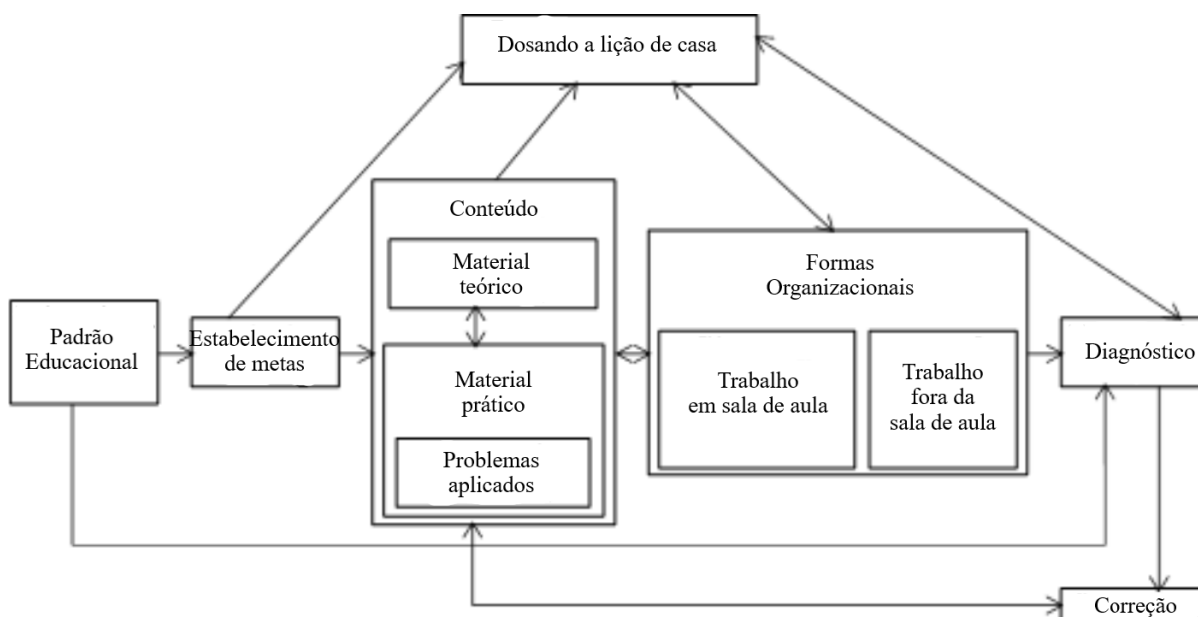
O Axioma 3 é o axioma da otimização do modelo de processo educacional. O desenho do futuro processo educacional deve estar perfeitamente integrado no modelo pedagógico e deve corresponder plenamente aos objetivos traçados no programa educacional principal.

O axioma 4 é o axioma da normalização do campo de trabalho. O desenho de um campo conceitual permite normalizar o campo de trabalho, o que ajuda a construir a estrutura lógica do processo educativo.

O axioma 5 é o axioma da correspondência mutuamente inequívoca dos componentes do campo de trabalho. O preenchimento e dosagem de conteúdos devem corresponder à componente organizacional e vice-versa. A correspondência mutuamente inequívoca entre eles permite o desenvolvimento de ferramentas metodológicas apropriadas.

Axioma 6 é o axioma de projetar um campo de desenvolvimento. O campo de desenvolvimento permite otimizar as zonas de desenvolvimento mais próximo e de desenvolvimento ativo de um aluno de acordo com a trajetória educacional individual.

Os três primeiros axiomas definem o modelo educacional do ambiente metadisciplinar. Isso é representado visualmente na Figura 1.

Figure 1 – O modelo educacional do autor do ambiente metadisciplinar

Fonte: Elaborado pelos autores

O padrão define os padrões para projetar o espaço educacional e reflete o estabelecimento de metas e diagnósticos. Os objetivos determinam o conteúdo. Este último força a escolha de formas organizacionais adequadas, mas o contrário também é possível quando o componente organizacional afeta o aspecto do conteúdo. Assim, o conteúdo e a organização do processo educativo estão em uma inter-relação didática. Note-se que o arsenal do professor possui um grande conjunto de ferramentas pouco utilizadas no processo educacional, como aulas integradas, trabalhos práticos e laboratoriais, debates, entre outros. O diagnóstico determina o trabalho correcional. Correção e conteúdo estão em uma inter-relação didática. O estabelecimento de metas, conteúdos, formas organizacionais e diagnósticos determinam a dosagem do dever de casa, o que, por sua vez, afeta a organização e o controle do processo educativo.

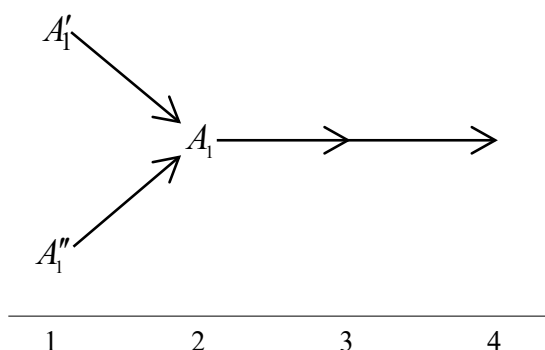
O quarto e o quinto axiomas permitem construir um modelo sujeito-metodológico do ambiente metadisciplinar, parte do qual é campo de trabalho. Cada campo de trabalho tem um subcampo conceitual. Por exemplo, vamos considerar a construção de um subcampo conceitual da metadisciplina Matemática Real para a 5ª série. Primeiro, analisamos o componente de conteúdo de domínios científicos individuais, como matemática e geografia. Consideremos o módulo “Coordenadas” (RYMANOVA, 2018). O resultado do trabalho realizado é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise do módulo “Coordenadas” (desenhado pelos autores)

Módulos do programa	Componente de conteúdo	Resultados de dominar o componente de conteúdo
Módulo. Coordenadas	Matemática	
	Introdução à geometria analítica. A linha de coordenadas. O plano coordenado. Coordenadas do ponto.	Saber encontrar as coordenadas de um ponto em uma linha reta, em um plano, construir pontos usando coordenadas
	Geografia	
	Mapa, paralelos e meridianos. Coordenadas geográficas. Mapas geográficos na vida humana	Compare planos de localização e mapas. Determinar as coordenadas geográficas dos objetos no mapa e no globo
	Conteúdo metadisciplinar	
	Coordenadas como forma de descrever a posição de um objeto	Resolver problemas cognitivos de diferentes áreas do conhecimento científico

Fonte: Elaborado pelos autores

Observe que tal análise é realizada para cada seção indicada no programa do curso. Depois de esclarecido o escopo do componente de conteúdo, procede-se à construção do campo de trabalho (RYMANOVA, 2019). Suponhamos que a primeira lição considere dois conceitos auxiliares A'_1 e A''_1 de duas áreas educacionais, e a segunda lição é generalizada – obtemos o conceito principal A_1 . A Figura 2 ilustra um desenho lição por lição da metadisciplina esperada.

Figura 2 – Modelo do campo de trabalho (representação do autor)

Fonte: Elaborado pelos autores

É necessário levar em consideração que o material didático sobre o tema “Coordenadas” nos cursos “Matemática” e “Geografia” em diferentes livros didáticos não é considerado ao mesmo tempo. Portanto, três variantes são possíveis.

Variante I. Quando a matemática sobre este tópico já é estudada, mas a de geografia não é, então o campo de trabalho será assim:

Figura 3 – A primeira variante do campo de trabalho (representação do autor)

Lições	1	2	3	4	5	Material estudado
Material estudado	(G)	(G)	(M)	(MM)	(MM)	
	A_1' A_1'' A_1					Campo conceitual

Fonte: Elaborado pelos autores

A seguir, as seguintes notações são usadas: G - material de geografia, M - material de matemática, MM - material metadisciplinar, A_1' - conceito geográfico, A_1'' - conceito matemático, A_1 - conceito metadisciplinar.

Conforme mostrado na Figura 3, as duas primeiras lições abrangem as coordenadas geográficas, a terceira lição é o re-ensino de coordenadas cartesianas e a quarta lição é uma revisão do conteúdo metadisciplinar do conceito.

Variante II. Os alunos já estão familiarizados com as coordenadas geográficas, mas não foram apresentados às coordenadas retangulares em uma aula de matemática. Nesse caso, a área de trabalho ficará assim:

Figura 4 – A segunda variante do campo de trabalho (representação do autor)

Lições	1	2	3	4	5	Material estudado
Material estudado	(M)	(M)	(G)	(MM)	(MM)	
	A_1' A_1'' A_1					Campo conceitual

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste caso, as duas primeiras lições tratam de coordenadas cartesianas, a terceira - com repetição de material geográfico já estudado; a quarta é uma lição integrada para esclarecer o conteúdo metadisciplinar do conceito “coordenadas”.

Variante III. Esta variante corresponde ao caso em que o material sobre o tema “Coordenadas” tenha sido estudado em cursos de matemática e geografia. Então o campo de trabalho pode ser representado da seguinte forma:

Figura 5 – A terceira variante do campo de trabalho (representação do autor)

Lições	1	2	3	4	5	Material estudado
Material estudado	MM	MM	MM	○	○	
	A_1'' A_1' A_1					Campo conceitual

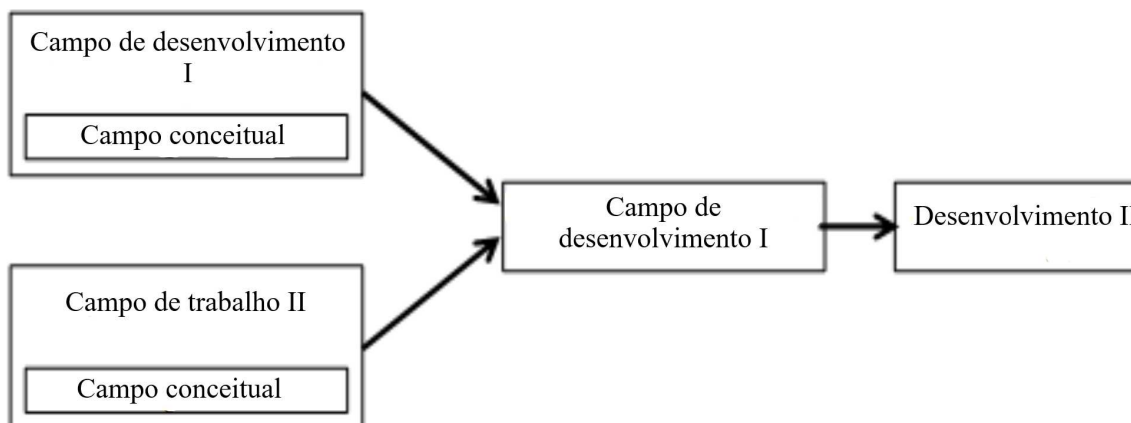
Fonte: Elaborado pelos autores

Nesse caso, o professor imediatamente passa a considerar o conteúdo metadisciplinar do conceito “coordenadas”. Observe que essa situação é extremamente rara.

Se necessário, é possível otimizar a estrutura lógica do projeto de processo educacional. O campo de trabalho programa um sistema de micrometas específicas, cada uma representando o resultado total das tarefas didáticas e dialéticas.

O axioma 6 permite revelar o potencial de desenvolvimento do ambiente metadisciplinar (Figura 6).

Figure 6 – Modelo de desenvolvimento do ambiente metadisciplinar desenhado pelos autores



Fonte: Elaborado pelos autores

Observe que a trajetória do campo de trabalho para o campo de desenvolvimento de nível I define a “zona do desenvolvimento mais próximo” (L.S. VYGOTSKY). A trajetória do campo de desenvolvimento de nível I ao campo de desenvolvimento de nível II – “zona de desenvolvimento ativo” (L.S. VYGOTSKY) do aluno. O campo de trabalho inclui o conteúdo e as componentes organizativas da componente disciplinar e os instrumentos metodológicos.

Durante o trabalho experimental, foram oferecidos aos alunos da escola 10 tarefas-teste de conteúdo metadisciplinar. Os resultados da avaliação controlada estão na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados experimentais

No início do experimento		Ao final do experimento	
Tarefas concluídas com sucesso	15 pessoas	23 pessoas	+11,43%
Cometeu erros computacionais	16 pessoas	20 pessoas	+5,73%
Incompreensão do significado de alguns itens	18 pessoas	16 pessoas	-2,86%
Completa falta de compreensão da questão	21 pessoas	11 pessoas	-14,23%

Fonte: Elaborado pelos autores Prepared by the authors

O diagnóstico atesta que o componente metodológico da tecnologia educacional proposta demonstra um efeito positivo na implementação dos objetivos da direção metadisciplinar.

A concretização real da abordagem conceitual proposta é expressa em um sistema construtivo cientificamente fundamentado de metadisciplinas de 5^a a 11^a séries, sendo que as disciplinas de 5^a a 9^a séries são interdisciplinares e orientadas para a prática, e a partir da 10^a série os cursos que realizam funções supradisciplinares são adicionados (RYMANOVA, 2018).

Discussão

A pesquisa realizada permite-nos afirmar o seguinte:

1. A ciência mundial acumulou um certo potencial teórico e orientado para a prática na área de implementação da componente metadisciplinar do processo de aprendizagem. No entanto, as mudanças em curso no espaço educacional exigiram alguns ajustes nos detalhes da categoria “metadisciplinaridade”. O estudo teórico realizado possibilitou conhecer os traços característicos desse conceito. Foi desenvolvido o sistema de axiomas, que se tornou a base conceitual para a construção de um modelo de ambiente metadisciplinar.

2. No trabalho experimental baseado na axiomática proposta, desenham-se os modelos educativos e de desenvolvimento do processo em estudo e estabelecem-se as relações entre as suas componentes principais. Este último ajuda a determinar os possíveis desvios das construções apresentadas.

3. Os resultados da pesquisa teórica foram a base conceitual da tecnologia educacional para a concepção do processo educacional na direção metadisciplinar. As ferramentas metodológicas são baseadas nos axiomas apresentados pelos autores. Os procedimentos tecnológicos para a concepção do ambiente metodológico-sujeito são realizados incorporando

o campo de trabalho, incluindo o subcampo conceitual. Como resultado, formar um ambiente metadisciplinar é um processo controlado dialeticamente.

4. Os resultados do diagnóstico permitem-nos falar sobre a eficácia da tecnologia desenvolvida evidenciada pela melhoria do desempenho e qualidade do conhecimento em matemática e geografia nos alunos do grupo experimental. A atividade do professor move-se para um nível inovador qualitativamente novo (RYMANOVA, 2019; RYMANOVA, 2017).

Conclusão

Com base na abordagem sinérgica, os autores esclareceram os detalhes da categoria “metadisciplinaridade”. Foi elaborado um modelo conceitual para a formação de um ambiente metadisciplinar no processo educacional da escola. O desenho apresentado é justificado teoricamente, possibilitando testá-lo metodologicamente. O sistema de axiomas proposto é resultado da generalização do material psicológico, pedagógico e metodológico acumulado pela ciência russa. A abordagem axiomática possibilita a construção de um projeto cientificamente fundamentado do futuro processo educacional, possibilitando a implementação dos objetivos da norma na direção metadisciplinar.

O campo de trabalho inclui um campo conceitual e representa o modelo disciplinar-metodológico do tópico de formação (módulo). O campo de trabalho ajuda a desenhar um sistema de micro objetivos especiais, cada um dos quais é o resultado da integração de tarefas didáticas que caracterizam a “zona de desenvolvimento mais próximo” (L.S. VYGOTSKY) do aluno da escola; como resultado, os micro-objetivos adquirem um caráter dialético. O campo em desenvolvimento possibilita a construção da trajetória de desenvolvimento de uma criança individual. A axiomática proposta ajuda a desenvolver procedimentos tecnológicos do design de ambiente metadisciplinar, que são a base da tecnologia pedagógica.

Os resultados do trabalho experimental e dos métodos empíricos permitiram determinar a eficácia da abordagem desenvolvida pelos autores para resolver o problema em estudo. Observações dos adolescentes mais jovens (11-12 anos) mostraram que eles cometeram menos erros ao resolver problemas matemáticos até o final do ano letivo, e tais mudanças foram de +18%. O progresso em geografia aumentou em 22% dos alunos da escola.

Assim, podemos afirmar que a abordagem axiomática desenvolvida para a formação de um ambiente metadisciplinar é um poderoso motor para o desenvolvimento de um indivíduo. Os aspectos teóricos e aplicados acima mencionados serviram de base para a concepção metodológica do desenho do processo educacional. No futuro, é possível melhorar ainda mais

os procedimentos tecnológicos para a incorporação de programas de desenvolvimento no processo educacional e o desenvolvimento de ferramentas metodológicas para melhorar a eficácia da tecnologia educacional desenvolvida.

REFERÊNCIAS

ASMOLOV, A. G. System-activity approach in developing new generation standards. **Pedagogy**, v. 4, p. 18-22, 2009.

BOROVSKIKH, A.V.; ROZOV, N. **Activity principles in pedagogy and pedagogical logic: Handbook for the system of professional education, retraining and advanced training of scientific and pedagogical staff.** Moscow: MaksPress, 2010.

COTNER, S.; BALLEEN, C. J. Can mixed assessment methods make biology classes more equitable? **PLoS ONE**, v. 12, n. 12, p. 1-11, 2017.

DANSO, J. **Developing students' independent skills through the use of Assessment for Learning strategies: How does this affect engagement?** Oxford: University of Oxford, 2017.

DEGTYAREVA, N. V. The value of metadisciplinary content in forming professional competencies. **Interactive Science**, v. 11, p. 46-47, 2017.

FABIANO, J. A.; REDDY, L. A.; DUDEK, C. M. Teacher coaching supported by formative assessment for improving classroom practices. **School Psychology quarterly**, v. 33, n. 2, p. 293-304, 2018.

KAPSALIS, G. *et al.* **Evidence of innovative assessment: literature review and case studies.** Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019.

KHUTORSKOY, A.V. Five levels of implementation of the metadisciplinary approach in the content of education. **Bulletin of the Institute of Human Education**, v. 2, 2017.

KULASEGARAM, K.; RANGACHARI, P. K. Beyond “formative”: assessments to enrich student learning. **Advances in Physiology Education**, v. 42, p. 5–14, 2018.

MARZANO, R. Using Formative Assessment with SEL Skills. **Handbook of Social and Emotional Learning: Research and Practice**, 2016.

MONAKHOV, V. M. Didactic axiomatics of the cognitive theory of pedagogical technologies. **Modern Information Technologies and IT-education**, v. 12, n. 3-1, p. 32-39, 2016.

MUSINA, A. A.; SHESTAKOV, A. P. Metadisciplinary in primary general education. **Yaroslavl Pedagogical Bulletin**, v. 3, p. 53-56, 2017.

O'KEEFE, B.; LEWIS, B. A look forward on innovation testing systems. **The state of assessment. – Bellwether Education Partners**, 2019.

RYMANOVA, T. E. Axiomatic approach to implementing the metadisciplinary component of the new educational standards in mathematics. **Vestnik of Orenburg State Pedagogical University, Electronic Scientific Journal**, v. 1, n. 29, p. 242-250, 2019.

SUSHENTSEVA, N. V.; MERLINA, N. I. The formation of meta-disciplinary universal learning activities in out-of-school activities in mathematics in grades 5-6. **Bulletin of the Chuvash State Pedagogical University named after I.Y. Yakovlev**, v. 1, n. 89, p. 164-169, 2016.

VOINEA, L. Formative assessment as assessment for learning development. **Journal of Pedagogy**, v. 1, p. 7-23, 2018.

Como referenciar este artigo

RYMANOVA, T. E.; CHERNOUSOVA, N. V.; MELNIKOV, R. A. Desenhando o processo educacional de matemática no contexto da metadisciplinaridade da educação. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 25, n. 3, p. 2226-2240, set./dez. 2021. e-ISSN:1519-9029. DOI: <https://doi.org/10.22633/rpge.v25i2.15989>

Submetido em: 17/09/2021

Revisões requeridas em: 16/10/2021

Aprovado em: 10/11/2021

Publicado em: 08/12/2021