

TEORIAS E MODELOS COGNITIVOS DE APRENDIZAGEM PÓS-NÃO CLÁSSICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS

TEORÍAS Y MODELOS COGNITIVOS DEL APRENDIZAJE POST-NO CLÁSICO EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

THEORIES AND COGNITIVE MODELS OF POST-NONCLASSICAL LEARNING IN NATURAL SCIENCE EDUCATION

Suriya Irekovna GILMANSHINA¹
Lyudmila Vladimirovna MOISEEVA²
Inna Nikolaevna PUSHKAREVA³
Sergey Borisov IGNATOV⁴
Iskander Rafailevich GILMANSHIN⁵

RESUMO: Os modelos cognitivos formados na ciência pós-não clássica - a teoria dos sistemas, a teoria da auto-organização e gestão, que foram desenvolvidos nas ciências naturais, são agora amplamente usados na pesquisa social e humanitária. No entanto, eles ainda não foram devidamente refletidos no conteúdo da educação em ciências naturais dos futuros funcionários dessas áreas - graduados de departamentos sociais, humanitários e pedagógicos de instituições de ensino superior. O objetivo deste estudo é a justificação teórica e metodológica, desenvolvimento e teste de um conjunto de ferramentas metodológicas para a adaptação de modelos cognitivos de ciências pós-não clássicas no conteúdo do ensino de ciências naturais de alunos das áreas sociais e humanitárias do ensino superior. A base metodológica da pesquisa é baseada nas ideias da abordagem sinérgica do sistema, trabalhos sobre a filosofia e metodologia da educação, posições fundamentais e princípios básicos da didática moderna. A base teórica são os trabalhos de cientistas nacionais e estrangeiros sobre o desenvolvimento do conteúdo da educação, tecnologias educacionais e a organização do processo educacional na Universidade. Ao longo do estudo foram usadas modelagem e previsão, análise e síntese, observação, questionamento, teste, trabalho experimental. É apresentada a justificação teórica e metodológica da necessidade de adaptar os modelos cognitivos das ciências pós-não clássicas ao conteúdo do ensino das ciências naturais das Humanidades e definidos os princípios. O complexo tem uma estrutura linear-concêntrica e inclui um curso básico de formação, um sistema de cursos eletivos de formação e módulos interdisciplinares, tecnologias e métodos de

¹ Universidade de Kazan, Kazan – Rússia. Doutora em Ciências, Professora, Chefe do Departamento (Educação Química) Instituto de Química Alexander Butlerov. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0302-000X>. E-mail: gilmanshina@yandex.ru

² Universidade Pedagógica do Estado de Ural, Yekaterinburg – Rússia. Doutora em Ciências, Professora, Faculdade de Ciências Naturais, Cultura Física e Turismo, Departamento de Teoria e Métodos de Cultura Física e Esportes. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8358-6235>. E-mail: moiseeva.lv@uspu.me

³ Universidade Pedagógica do Estado de Ural, Yekaterinburg – Rússia. Faculdade de ciências naturais, cultura física e turismo, Departamento de teoria e métodos de cultura física e esportes. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5309-4309>. E-mail: inna.ru.80@mail.ru

⁴ Universidade Industrial de Tyumen, Tyumen – Rússia. Departamento de Humanidades e Tecnologias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0302-000X>. E-mail: Ignatoff.se2017@yandex.ru

⁵ Universidade Técnica Nacional de Pesquisa em homenagem a A. N. Tupolev, Kazan – Rússia. PhD., Professor Associado, Departamento de Equipamentos Elétricos, Instituto de Automação e Instrumentação Eletrônica. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9766-0598>. E-mail: is-er@yandex.ru

ensino que o apoiam. Durante os testes se observou capacidade de operar conceitos básicos de ciências pós-não clássicas e aplicá-los para descrever o comportamento de sistemas sociais e naturais de complexidade diferente, o volume de conhecimento dos alunos de ciências naturais, proficiência com a operação de sua transferência a outras áreas temáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de ciências naturais. Modelo cognitivo. Ciências pós-não clássicas. Complexo de ferramentas metodológicas.

RESUMEN: *Los modelos cognitivos formados en la ciencia posno clásica: la teoría de sistemas, la autoorganización y la teoría de la gestión, que se desarrollaron en las ciencias naturales, ahora se utilizan ampliamente en la investigación social y humanitaria. Sin embargo, aún no se han reflejado adecuadamente en el contenido de la educación en ciencias naturales de los futuros empleados en estas áreas: graduados de los departamentos sociales, humanitarios y pedagógicos de las instituciones de educación superior. El objetivo de este estudio es la justificación teórica y metodológica, el desarrollo y la puesta a prueba de un conjunto de herramientas metodológicas para la adaptación de modelos cognitivos poscientíficos no clásicos en la enseñanza de las ciencias naturales de estudiantes de las áreas sociales y humanitarias de educación superior. La base metodológica de la investigación se basa en las ideas del enfoque sinérgico del sistema, trabaja sobre la filosofía y metodología de la educación, posiciones fundamentales y principios básicos de la didáctica moderna. La base teórica es el trabajo de científicos nacionales y extranjeros sobre el desarrollo de contenidos educativos, tecnologías educativas y la organización del proceso educativo en la Universidad. A lo largo del estudio se utilizaron modelos y predicción, análisis y síntesis, observación, cuestionamiento, prueba, trabajo experimental. Se presenta la justificación teórica y metodológica de la necesidad de adaptar los modelos cognitivos de las ciencias posno clásicas a los contenidos didácticos de las ciencias naturales de las Humanidades y se definen los principios. El complejo tiene una estructura lineal-concéntrica e incluye un curso de formación básica, un sistema de cursos de formación electivos y módulos interdisciplinarios, tecnologías y métodos de enseñanza que lo soportan. Durante las pruebas, se observó la capacidad de operar conceptos básicos de las ciencias posno clásicas y aplicarlos para describir el comportamiento de los sistemas sociales y naturales de diferente complejidad, el volumen de conocimiento de los estudiantes de ciencias naturales, la competencia con la operación de su traslado a otras áreas temáticas.*

PALABRAS CLAVE: Educación en ciencias naturales. Modelo cognitivo. Ciencia post-no clásica. Complejo de herramientas metodológicas.

ABSTRACT: *The cognitive models formed in post-nonclassical science-the theory of systems, the theory of self-organization and management, which were developed in natural science, are now widely used in social and humanitarian research. However, they have not yet been properly reflected in the content of natural science education of future employees of these fields – graduates of social, humanitarian and pedagogical departments of higher education institutions. The purpose of this study is the theoretical and methodological justification, development and testing of a set of methodological tools for adapting cognitive models of post-non-classical science in the content of natural science education of students of social and humanitarian fields of higher education. Methodology and methods. The methodological basis of the research is based on the ideas of the system-synergetic approach, works on the philosophy and methodology of education, fundamental positions and basic principles of*

modern didactics. The theoretical basis is the works of domestic and foreign scientists on the development of the content of education, educational technologies and the organization of the educational process at the University. Was used modeling and forecasting, analysis and synthesis, observation, questioning, testing, experimental work. The theoretical and methodological justification of the need to adapt cognitive models of post-non-classical science in the content of natural science education of the Humanities is given, and the principles are defined. The complex has a linear-concentric structure and includes a basic training course, a system of elective training courses and interdisciplinary modules, technologies and teaching methods that support it. During testing of the complex was performed: ability to operate basic concepts of post-nonclassical science and apply them to describe the behavior of social and natural systems of different complexity, the volume of natural Sciences students' knowledge, proficiency with the operation of their transfer to other subject areas.

KEYWORDS: *Natural science education. Cognitive model. Post-nonclassical science. Complex of methodological tools.*

Introdução

Nas últimas décadas, os métodos da ciência pós-não clássica são cada vez mais utilizados em campos humanitários como a construção de modelos de interações sociais e comportamento de grupos sociais, processos históricos, políticos, culturais e econômicos, o desenvolvimento de relações competitivas, eleições, jogos na rede social, previsão do futuro e outros. Nas condições modernas da realidade digital (GILMANSHINA; GILMANSHIN; BENDJUKEVICH, 2019) e da necessidade de desenvolvimento sustentável (GILMANSHINA; GILMANSHIN; DYATLOVA, 2019) há uma demanda crescente por especialistas com pensamento não linear (GILMANSHINA; SAGITOVA; GILMANSHIN, 2018), que pode tomar decisões não padronizadas usando a metodologia da ciência pós-não clássica e seu potencial para superar problemas emergentes.

No entanto, é impossível simplesmente transferir (reduzir) teorias, modelos, abordagens e conquistas da ciência para o conteúdo da educação. Devem ser adaptados às características etárias dos alunos, às condições e às especificidades da sua formação. O desenvolvimento de ferramentas metodológicas para a sua adaptação às condições modernas não só não perde o seu significado como torna-se ainda mais relevante. Nesse sentido, é necessário repensar a estrutura e o conteúdo da educação em ciências naturais para humanitários, seu papel em sua formação profissional e seu lugar nos currículos dos departamentos sociais e humanitários das instituições de ensino superior.

Questões de melhoria da qualidade do ensino de ciências naturais de diferentes categorias de alunos estão constantemente no campo de visão de especialistas (MAINZER, 2004; ABD-EL-KHALICK, 2012; ALLCHIN, 2011; HANUSCIN; LEE; AKERSON, 2011).

Pesquisadores que trabalham no campo de métodos de ensino de ciências nas Humanidades, ofereceram diferentes opções para superar esses problemas. No entanto, apesar dos esforços envidados e de algum sucesso dos investigadores, este curso não foi suficientemente produtivo.

Ainda na década de noventa do século passado, começa a ser discutida a questão da possibilidade de adaptação dos modelos cognitivos da ciência pós-não clássica em seu conteúdo.

Simultaneamente, são discutidos os aspectos didáticos da implementação desses modelos no conteúdo da educação em ciências naturais de humanitários e as questões de sua construção específica. V. G. Budanov (2009), um dos primeiros desenvolvedores do curso CSE e iniciadores de sua introdução no processo educacional, acreditava que seu estudo deveria começar com as ideias da ciência pós-não clássica. V. G. Vinenko (1999), baseado nas ideias da abordagem sistema-sinérgica, desenvolveu um modelo didático do conteúdo da formação contínua de professores em ciências naturais e um sistema de cursos de ciências naturais que o implementam. Gapontseva, Fedorov e Gapontsev (2004), considerando uma abordagem integradora do conteúdo do ensino de ciências, revelaram a influência da ciência evolutiva em sua estrutura e conteúdo, a possibilidade de aplicação da metodologia da sinérgica, o princípio da simetria e fractalidade à formação de seus conteúdos. S. E. Starostina (2012) desenvolveu um modelo para o ensino de ciências nas Humanidades considerando processos de integração em ciências e áreas de formação de graduados.

No entanto, abordagens unificadas para modelar e projetar o ensino de ciências naturais nas Humanidades ainda não foram desenvolvidas. Questões de seu conteúdo, tecnologias de formação e posição na estrutura de formação profissional dos graduados requerem mais pesquisas.

Métodos

Todos os anos, 150 pessoas (quatro grupos experimentais e um grupo controle) participaram do trabalho experimental de busca na implantação do complexo. Os alunos do grupo controle (GC) cursaram o curso "KSE". Alunos de grupos experimentais (GE) dominaram o complexo desenvolvido por nós. A carga horária total permaneceu inalterada (54

horas), mas pôde ser redistribuída entre diferentes formas de organização do processo educativo. Os alunos do grupo GE1 cursaram o curso SNCM e os grupos GE2 e GE3 também cursaram disciplinas eletivas de apoio. As aulas práticas do grupo GE4 foram realizadas em uma aula de informática.

Três níveis de aproveitamento dos alunos foram justificados: baixo, médio e alto. O sucesso foi avaliado com base nos resultados da execução das tarefas de nível apresentadas. Usamos tarefas padrão e tarefas não padronizadas que exigem busca independente de conhecimento adicional. As tarefas que correspondiam a um alto nível de realização eram de natureza criativa e estavam associadas à identificação das competências dos alunos para projetar, modelar e prever o desenvolvimento de sistemas, construir um algoritmo para a sua investigação. A avaliação quantitativa das realizações dos sujeitos foi realizada de acordo com os métodos utilizados na pesquisa psicológica e pedagógica. Além dos métodos quantitativos, também foram utilizados métodos qualitativos: observação, questionários, entrevistas, análise de redações, portfólios e projetos individuais. Foram utilizadas as porcentagens e as "médias amostrais" (pesos estatísticos) das distribuições dos alunos por nível (G). O efeito cumulativo nas características medidas foi estimado pelo incremento de pesos estatísticos (ΔG). Para avaliar a confiabilidade dos resultados obtidos, foi utilizado o teste bilateral do χ^2 de Pearson. A significância foi avaliada ao nível de 0,05. Os testes diagnósticos foram realizados em três pontos de referência - início, meio e fim do semestre. Foi diagnosticado de acordo com o desempenho dos alunos: o volume de conhecimento científico natural (1), a capacidade de transferi-los para outras áreas disciplinares (2), a compreensão de teorias de sistemas, auto-organização e gestão (3), a capacidade de operar em seus aparatos conceituais e categóricos nos diferentes campos do conhecimento (4), a capacidade de utilizá-los para descrições qualitativas do comportamento de diferentes socioecossistemas (5). Junto com essas mudanças registradas nas qualidades sociopessoais dos alunos.

Resultados e discussão

Como parte do trabalho de pesquisa, desenvolvemos um modelo didático do conteúdo do ensino de ciências naturais para alunos de perfis de formação social e humanitária e um complexo metodológico que o implementa. Abordagens conceituais para sua modelagem são consideradas em nosso trabalho (IGNATOVA; IGNATOV, 2017).

O complexo tem uma estrutura linear-concêntrica e consiste em blocos de conteúdo e processo. O bloco de conteúdo inclui um curso nuclear, um conjunto de disciplinas eletivas que

o suportam e módulos interdisciplinares. Em seu conteúdo, elementos da teoria dos sistemas, auto-organização e gestão são apresentados de forma adaptada e acessível ao humanista. O bloco de processo inclui um conjunto de tecnologias e métodos para aprendizagem ativa (estudo de caso, busca na web, projetos individuais e coletivos etc.), um banco de tarefas de pesquisa e pesquisa orientadas profissionalmente e tarefas de controle.

Dependendo das condições (a estrutura do currículo, o número de horas destinadas ao estudo do curso, o conjunto de disciplinas eletivas, a possibilidade de utilização de uma oficina de informática etc.), os elementos do bloco de conteúdo foram utilizados nas universidades do regiões de Tyumen e Sverdlovsk coletivamente ou separadamente, bem como em universidades da República do Tartaristão.

O núcleo do complexo é o curso de formação do nosso autor “Imagem científica moderna do mundo (SNCM)” (IGNATOV; IGNATOVA, 2010). A ideia central de sua modelagem é a integração de diversos conhecimentos, implementados nos níveis empírico, teórico e metodológico. Abordagens de convergência, complementaridade, transdisciplinaridade e sistema-sinérgica foram utilizadas como ferramentas para sua implementação.

O desenvolvimento do conteúdo, a seleção e a estruturação do material didático foram realizados de acordo com os seguintes critérios de sua importância no processo educativo: – ensino de fundamentalização, a conformidade de seu conteúdo ao nível de desenvolvimento da ciência; – oferta de conhecimento transdisciplinar em ciências naturais, implementação de cursos de articulação horizontal e vertical de outras disciplinas acadêmicas; – a possibilidade de usar o método dedutivo de aprendizagem é mais aceitável no ensino médio do que o indutivo, oferecido em um curso tradicional “conceitos da ciência moderna”; ideias sobre o evolucionismo universal; - criação de condições para a compreensão e utilização de modelos cognitivos da ciência pós-não clássica na esfera profissional e aquisição de competências necessárias para a resolução de tarefas profissionalmente significativas; - expansão e harmonização da esfera cognitiva dos alunos com base na integração de conhecimentos das ciências naturais e das Humanidades; - acesso aos problemas humanitários do nosso tempo e compreensão da necessidade de um diálogo de culturas na sua solução; - desenvolvimento da personalidade do aluno e ativação da função educativa da formação.

O curso tem uma estrutura modular de blocos e consiste em partes invariáveis e variáveis (aplicadas). A parte invariável permanece inalterada para todos os alunos. O conteúdo da parte variável varia de acordo com o perfil de treinamento.

O núcleo da parte invariante é o módulo "ciência pós-não clássica e suas ideias principais", que apresenta aos alunos a dinâmica do conhecimento científico, conceitos fundamentais e modelos cognitivos da ciência pós-não clássica, seu aparato conceitual e categórico e procedimentos de pesquisa, constrói uma imagem sistêmica do mundo e revela as ideias do evolucionismo universal. Os conceitos e modelos apresentados neste módulo são logicamente continuados no conteúdo dos módulos subsequentes do curso, que demonstram a possibilidade de sua aplicação à construção de sistemas cosmológicos, físicos, químicos, geológicos, biológicos, antropológicos, socioculturais, econômicos e imagens ambientais do mundo. O conteúdo da parte variável revela as possibilidades de utilização da metodologia da ciência pós-não clássica nos próximos trabalhos de pesquisa de alunos do último ano e suas futuras atividades profissionais. Aqueles que desejam aprofundar seus conhecimentos no uso de conceitos, métodos e modelos cognitivos da ciência pós-não clássica foram oferecidos uma escolha de disciplinas eletivas de apoio e eletivas desenvolvidas por nós: "Conceitos de ciência pós-não clássica na pesquisa em Humanidades", "socioecossistemas e métodos da sua investigação", "Sinérgica e dinâmicas socioculturais", "Sinérgica e Economia". Isso permitiu que os alunos não apenas atendessem às suas necessidades e interesses cognitivos, mas também escolhessem maneiras de dominar o material educacional.

Como exemplo, damos a estrutura e o conteúdo do curso "Conceitos de ciência pós-não clássica na pesquisa em Humanidades".

Ciclo 1. A Gênese da Racionalidade Científica. Tópicos: Unidade do mundo e formas de compreendê-lo. Evolução do método científico de pesquisa: da filosofia natural às ideias pós-não clássicas. Ciência pós-não clássica. Conceitos de consistência, auto-organização e gestão. Imagem sistêmica do mundo e do evolucionismo universal.

Ciclo 2. Utilização de modelos cognitivos da ciência pós-não clássica na investigação em Humanidades. Tópicos: Interpretação sinérgica de processos socioculturais. Metodologia da ciência pós-clássica na pesquisa social e humanitária: socioecossistemas, economia, estudos culturais, pedagogia. De forma concentrada, o conteúdo das disciplinas eletivas tornou-se a base para a construção de módulos móveis interdisciplinares, que foram utilizados como generalizações no estudo de tópicos individuais das disciplinas dos ciclos sócio-humanitários e profissionais do currículo.

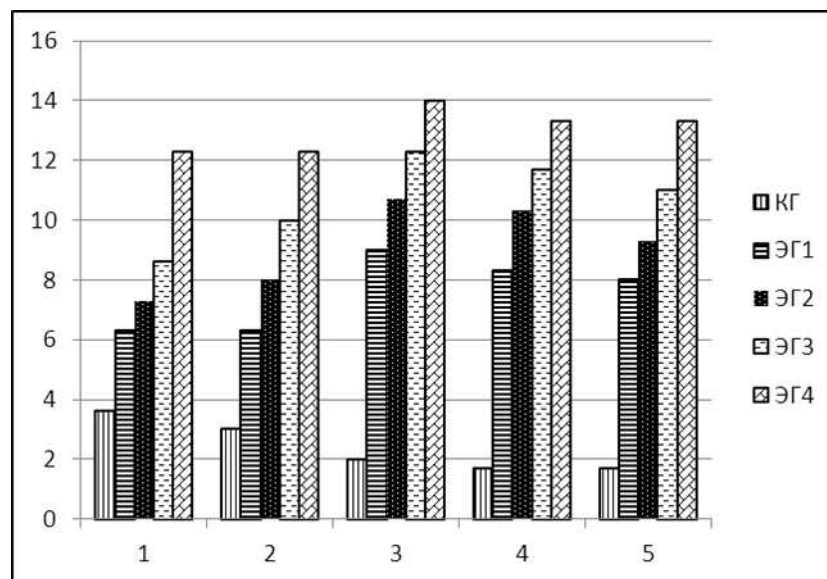
A utilização das tecnologias de formação propostas no bloco processual do complexo permitiu deslocar a ênfase do processo educativo para a aquisição de competências e experiência no estudo de tarefas profissionalmente significativas utilizando as ideias, métodos e modelos da ciência pós-não clássica. Para isso, no âmbito de seminários e trabalhos de

laboratório foram proporcionados os estudos de caso, missões e projetos: "o mundo pelo prisma da sinérgica", "auto-organização na natureza", "auto-organização e organização em sistemas", "Crescimento exponencial", "Limites do crescimento", "Qualidade de vida", "Etnogênese e falhas civilizacionais", "Modelagem do socioecossistema", "Modelagem de processos sociais e projeções de futuro", "Economicamente sustentável" e outros.

Ao desenvolver seu conteúdo, os trabalhos de S.P. Kapitsa, G. G. Malinetsky, D. H. e D. L. Meadows, N. N. Moiseev, Yu. Foram utilizados M. Plotinsky e J. Forrester (MEADOWS; RANDERS; MEADOWS, 2007; VOROSHCHUK; PEGOVA, 2003). Considerável ênfase foi colocada no trabalho independente avançado dos alunos. Como os alunos do primeiro ano não possuem conhecimentos suficientes de métodos matemáticos, a modelagem do desenvolvimento de sistemas e seus processos de desenvolvimento foi de natureza qualitativa. Mas desempenhou uma importante função heurística no desenvolvimento das disciplinas subsequentes do ciclo profissional.

Os incrementos dos pesos estatísticos dos indicadores diagnosticados que caracterizam o aproveitamento dos alunos no curso de ODA são mostrados na figura 1. Os números dos indicadores diagnosticados (1, 2, 3,4,5) são mostrados horizontalmente, e os incrementos de seus os pesos estatísticos (ΔG) nos grupos de disciplinas ao final do semestre são apresentados verticalmente.

Figura 1 – O histograma do incremental dos pesos estatísticos dos parâmetros diagnosticados



Fonte: Elaborado pelos autores

Síntese

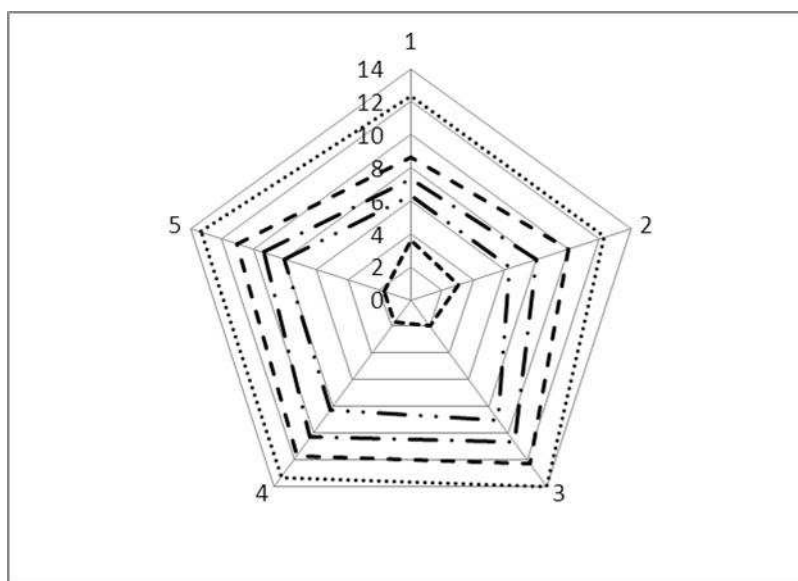
O incremento dos pesos estatísticos dos indicadores é observado em todos os grupos de sujeitos. Mas os resultados obtidos em diferentes grupos apresentam diferenças significativas. No grupo controle, os indicadores diagnosticados crescem até o final do semestre, mas permanecem baixos. A situação é muito melhor no grupo GE1, cujos alunos cursaram o curso SNCM. Em comparação com os alunos de CG, aumentando significativamente o volume de conhecimento científico natural cresce, o nível de aparato conceitual e categórico da ciência, forma as habilidades de usar modelos cognitivos da ciência pós-não clássica para descrições qualitativas de processos no ambiente social e natural. O sucesso dos alunos, em nossa opinião, está diretamente relacionado ao conteúdo e estruturação do conteúdo do curso, que combina a concentricidade e linearidade da apresentação do material didático. A sequência de seu estudo construída no curso ajuda os alunos a compreender o método dedutivo de dominar o material educacional, leva-os a compreender a ideia de evolucionismo universal, contribui para o desenvolvimento do pensamento não linear, a formação de ações educacionais universais como o operação de transferência do conhecimento adquirido para diferentes áreas temáticas, o que é importante para a construção de uma visão completa do mundo. Os alunos dos grupos experimentais GE2 e GE3 apresentam um aumento ainda mais significativo nos indicadores diagnosticados. Isso é amplamente ajudado pelo estudo paralelo de cursos eletivos de apoio, orientados profissionalmente. Os indicadores mais altos estão no grupo GE4. Este é o lugar onde o trabalho no laboratório de informática afeta. Contribui para um acúmulo mais dinâmico de conhecimento, desenvolvimento no espaço virtual de habilidades para modelagem de sistemas socionaturais e previsão de seu desenvolvimento, que poderá ser utilizado em futuras atividades profissionais.

De acordo com avaliações de especialistas de professores de outros cursos de formação, o uso de módulos interdisciplinares como generalizações no estudo de tópicos individuais ou seções de disciplinas nos ciclos sociais, humanitários e profissionais ajuda a desenvolvê-los mais profundamente. E o que é importante, a inclusão do complexo metodológico proposto no processo educativo aumenta o potencial educativo do conteúdo educativo. Estudantes de grupos experimentais são mais propensos a mostrar a capacidade de trabalhar em equipe, criar um produto intelectual coletivo e serem responsáveis pelos resultados não apenas do seu próprio trabalho, mas também de toda a equipe.

Construímos um perfil gráfico de mudanças nos indicadores diagnosticados correspondentes ao histograma de incremento dos pesos estatísticos (Fig. 2). Mostra claramente

que a utilização do complexo proposto não só amplia o campo cognitivo dos alunos, como também aumenta sua simetria na direção CG – GE1 – GE2 – GE3 – GE4. Isso indica a sincronicidade das inovações introduzidas e mudanças nas realizações dos alunos, indica a harmonização de sua esfera cognitiva.

Figura 2 – Perfil gráfico do incremento dos parâmetros diagnosticados



Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados obtidos no decorrer do ERP, com 95% de probabilidade, indicam que as mudanças positivas observadas nos grupos experimentais estão associadas às inovações introduzidas. Esta conclusão é confirmada pelo processamento estatístico dos resultados dos estudos de diagnóstico. O valor de χ^2 para amostras GE1, GE2, GE3 e GE4 para os indicadores diagnosticados varia na faixa de 18,63-26,13, que é significativamente maior do que a $\chi^2 = 5,99$. Enquanto para o grupo GC, as diferenças são insignificantes ($\chi^2 < 5,99$) ou fracas ($\chi^2 \approx 8,03-8,13$).

Conclusão

O artigo apresenta uma justificativa teórico-metodológica da necessidade de adaptação das teorias e modelos cognitivos da ciência pós-não clássica no ensino de ciências naturais das Humanidades. Um complexo metodológico que implementa essa ideia é proposto e testado.

Pode-se argumentar que o uso no processo educacional do complexo construído da forma proposta: - fundamentaliza a educação, cria condições favoráveis para a compreensão da ideia de evolucionismo universal, - ajuda os alunos a construir uma imagem holística do mundo

sistema-sinérgico; - aumenta significativamente o volume do conhecimento das ciências naturais, contribui para o seu aprofundamento, harmoniza a esfera cognitiva dos alunos; - leva a uma compreensão da importância das ciências naturais na esfera social e humanitária; - promove o desenvolvimento de competências para a sua utilização nas atividades profissionais; - desenvolve atividades de aprendizagem universal; - ativa as funções educacionais do processo educacional, expande suas capacidades no desenvolvimento da personalidade do aluno. Isso dá motivos para acreditar que o complexo proposto pode ser utilizado como uma das opções para modernizar o ensino de ciências naturais das Humanidades.

AGRADECIMENTOS: O trabalho é realizado de acordo com o Programa do Governo Russo de Crescimento Competitivo da Universidade Federal de Kazan.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Examining the sources for our understandings about science: Enduring conceptions and critical issues in research on nature of science in science education. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 353-374, 2012.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.
- BUDANOV, V. G. **Methodology of synergetic in post-nonclassical science and education**. Moscow: Knizhny Dom, 2009. 240 p.
- FORRESTER, J. **World dynamics**. Translated from English by A. Voroshchuk and S. Pegova. Moscow, 2003. 379 p.
- GAPONTSEVA, M. G.; FEDOROV, V. A.; GAPONTSEV, V. L. Application of the ideology of synergetic to the formation of the content of continuous science education. **Education and Science**, v. 6, n. 30, p. 90-102, 2004.
- GILMANSHINA, S. I.; GILMANSHIN, I. R.; BENDJUKEVICH, K. G. Digital learning technologies in the University education system. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 570, n. 1, 2019. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/570/1/012027>. Access: 10 Jan. 2021.
- GILMANSHINA, S. I.; SAGITOVA, R. N.; GILMANSHIN, I. R. Science Education: Development of Environmental Thinking. **European Research Studies Journal**, v. XXI, n. 3, p. 690-704, 2018.
- GILMANSHINA, S. I.; GILMANSHIN, I. R.; DYATLOVA, E. V. Formation of competencies of the 21st century by means of project activities. **IOP Conference Series:**

Materials Science and Engineering, v. 570, n. 1, 2019. Available:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/570/1/012026>. Access: 10 Jan. 2021.

HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. L. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. **Science Education**, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2011.

IGNATOV, S. B.; IGNATOVA, V. A. **Modern scientific model of the world**. Tyumen: TyumSOGU, 2010. 240 p.

IGNATOVA, V. A.; IGNATOV, S. B. Conceptual approaches to modeling the content of science education of students of social and humanitarian areas of training at the university. **Bulletin of the Tyumen State University. Humanities**, v. 3, n. 3, p. 222-232, 2017.

MAINZER, K. **Thinking in Complexity**. The Complex Dynamics of Matter, Mind and Mankind. Berlin: Springer-Verlag, 2004. 356 p.

MEADOWS, D.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. **Limits of growth. 30 years later**. Translated from English. Moscow, 2007. 342 p.

STAROSTINA, S. E. **Science education of students of humanitarian areas of training in the context of the integration of scientific knowledge**. Chita: ChSPU, 2012. 472 p.

VINENKO, V. G. **Building the content of the teacher's continuing education**. Systemic synergetic approach. Saratov: Publishing house Sarat. University, 1999. 244 p.

Como referenciar este artigo

GILMANSHINA, S. I.; MOISEEVA, L. V.; PUSHKAREVA, I. N.; IGNATOV, S. B.; GILMANSHIN, I. R. Teorias e modelos cognitivos de aprendizagem pós-não clássica na educação em ciências naturais. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 25, n. esp. 6, p. 3525-3537, dez. 2021. e-ISSN:1519-9029. DOI: <https://doi.org/10.22633/rpge.v25iesp.6.16114>

Submetido em: 15/04/2021

Revisões requeridas em: 28/08/2021

Aprovado em: 29/11/2021

Publicado em: 30/12/2021

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.
Revisão, formatação, normalização e tradução.

