

Формирование научного мышления учеников и студентов в ключе принципов «Школы Будущего»

С.А. САНДУЛЯК

В статье рассматривается важность развития научного мышления у школьников и студентов в контексте преобразований, вызванных новыми технологиями. Подчеркиваются ограничения традиционного образования и пропагандируется трансдисциплинарный подход, основанный на принципах STEAM. Тонко представлены различия между научным и критическим мышлением, подчеркивается фундаментальная роль научного мышления в исследованиях и решении социальных проблем с точки зрения образования. Автор обсуждает роль социального конструктивизма в содействии развитию научного мышления, а также подчеркивает важность воспитания у учащихся таких качеств, как настойчивость, адаптивность, любознательность, воображение и эффективная коммуникация в данном контексте. Представлены перспективы и недостатки STEAM-образования. Автор предлагает перспективные решения с точки зрения развития научного мышления у школьников и студентов, чтобы ответить на вызовы будущего и способствовать непрерывности образовательного процесса, а также привносит личный взгляд на предмет.

Ключевые слова: научное мышление, школа будущего, метакогниция, STEAM-образование.

The article discusses the importance of developing scientific thinking in pupils and students in the context of the transformations caused by new technologies. The limitations of traditional education are emphasized and a transdisciplinary approach based on STEAM principles is advocated. The differences between scientific and critical thinking are subtly presented, emphasizing the fundamental role of scientific thinking in research and solving social problems from an educational perspective. The author discusses the role of social constructivism in promoting scientific thinking, and emphasizes the importance of nurturing such qualities in students as perseverance, adaptability, curiosity, imagination and effective communication in this context. The prospects and drawbacks of STEAM education are presented. The author offers promising solutions in terms of developing scientific thinking in pupils and students in order to meet the challenges of the future and contribute to the continuity of the educational process, and brings a personal perspective to the subject.

Keywords: scientific thinking, future school, metacognition, STEAM-education.

Безусловно, самым значительным событием, которое мы видели в последние годы, были достижения в области технологий, поэтому мы можем быть уверены, что они будут продолжать играть значительную роль в будущем. В то время как традиционная модель образования осталась в значительной степени неизменной на протяжении последних 100 лет – ученики делятся по возрастам, а учебный план разбит на предметы – она была адаптирована для внедрения новых технологий, а также в ответ на экономические и социальные изменения. В силу того, что изменился также способ доступа к информации, от онлайн-платформ для обучения до более персонализированных образовательных опытов в сочетании с использованием виртуальной и дополненной / аугментированной реальности мы можем ожидать перехода к *более интерактивному методу обучения* с акцентом на сотрудничестве и решении научно-бытовых проблем, вместо традиционных методов преподавания [1].

Возможно, в контексте «Школы Будущего» будут существовать системы адаптивного обучения, управляемые искусственным интеллектом (ИИ), которые будут полностью интегрированы в школьную среду. Персонализированные учебные опыты будут учитывать стили обучения и создавать адаптивные оценки, которые регулируются в реальном времени в зависимости от успехов. Также, возможно, это система STEAM, как трансдисциплинарный подход к науке, технологии, инженерии, искусству и математике, считает автор Стивен Кац, будет доминировать в образовательном процессе. Подход STEAM больше ориентирован на будущее и на всестороннюю трудоспособность.

По мере того, как мы вступаем в новую промышленную революцию, преподаватели должны готовить студентов ко многим профессиям. Автоматизация постепенно возьмет на себя выполнение повторяющихся задач (по данным McKinsey & Company, до 30 % задач на

60 % рабочих мест) [2], но человеческую изобретательность и творческий потенциал она не заменит. Суть проблемы, отраженной в данной статье, заключается именно в *акмеологии профессионального формирования студентов* в контексте выполнения работы, требующей творческого подхода, *научного мышления* и способности решать новые проблемы – основные базовые навыки, которые пытаются развивать в рамках воспитательной технологии STEAM в контексте «Школы Будущего». Технологии, естественно, приведут к появлению новых вакансий для людей, обладающих навыками использования больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения и т. д.

Согласно Б.Г. Ананьеву, человек является субъектом общения, познания, труда, человек проявляется в системе отношений к обществу, другим людям, к себе, к труду, в таком случае компетентность человека имеет акмеологический вектор [3]. Поэтому наряду с этими новшествами возникает ряд вопросов, связанных с воспитательным процессом, направленным на развитие интеллектуальных способностей учащихся в высших учебных заведениях.

Многочисленные исследования в области педагогической психологии показывают, что наличие знаний само по себе не определяет успешность профессиональной деятельности, важно чтобы субъект учебной деятельности научился их самостоятельно добывать и применять на практике (А.А. Бодалев) [4]. В данном контексте возникает вопрос об организации научного мышления студентов, которая способствовала бы структурированию процесса усвоения знаний, основываясь на принципах развития научного мышления, метакогнитивных процессах, декларативных и процедурных знаниях [5].

Многие учащиеся проявляют больше способностей и склонностей либо к гуманитарным наукам, либо к математике и естественным наукам. Образование STEAM с его интегрированным и целостным подходом может помочь учащимся воспринимать эти дисциплины как части единого целого, сотрудничать с другими для решения проблем и по-другому взглянуть на более комплексные предметы [6, р. 80].

Считается, что технология STEAM также может задействовать природное любопытство и *творческие способности* учеников, а также студентов, направленные на глубокие вопросы и *поиск новых решений*.

Ученые, занимающиеся вопросами STEM и STEAM-образования, сходятся во мнении, что инициативы STEAM позволяют учащимся переносить свои знания между дисциплинами и, таким образом, творчески решать проблемы как в классе, так и за его пределами [7]. Технология STEAM прививает учащимся такие навыки, как «*критическое мышление и решение проблем; сотрудничество и коммуникация; творчество и инновации*» [8, р. 29], которые учтены и использованы в разных контекстах. Трансдисциплинарные подходы к обучению STEAM высоко ценятся, поскольку они позволяют студенту взглянуть на проблему или процесс проектирования с разных точек зрения и могут быть применены в реальном мире [9]. Однако призма, через которую субъект мышления (ученик или студент) рассматривает окружающий мир, может быть обусловлена только *научным мышлением*, поскольку научное мышление как синтетическое мышление определяет объективную сторону восприятия реальности.

Предлагаем рассмотреть, что же такое *научное мышление*, чем оно отличается от *критического мышления* и каковы основные критерии, которые определяют научное мышление.

Научное мышление – сложное понятие, которое подвергается изучению различными авторами в литературе, каждый из которых вносит свой вклад в понимание этого ключевого элемента для научного прогресса и осознания окружающего мира. Анализируя предложенные определения, можно выделить значительные различия и общие элементы, придающие ясность различным аспектам научного мышления. Д. Дьюи [10] выделяет тесную взаимосвязь между научным методом и практической деятельностью, рассматривая научное мышление как инструмент, способный адаптироваться к различным видам исследований. К. Поппер [11] подчеркивает организацию реальных форм когнитивной деятельности в научном мышлении с постоянной проверкой гипотез и возможностью смены парадигм. Т. Кун [12] определяет научное мышление как целенаправленный, последовательный способ получения нового знания, уделяя особое внимание рефлексии процесса получения и изменения знаний. К. Циммерман [13] описывает научное мышление как сложный набор когнитивных и

метакогнитивных навыков с акцентом на операциональном характере и их развитии через упражнения и практику. Б. Кословски [14] вводит социальное измерение, определяя научное мышление как прикладной процесс решения проблем в исследовательском и социальном контексте. Р. Пол и Л. Элдер [15] рассматривают научное мышление как уникальный тип мышления, присущий конкретной научной проблеме или области, включая умозаключения и оценку научных исследований. К. Данбар [16] характеризует научное мышление как высший психический процесс, активно вовлеченный в формулирование аргументов и оценку научного содержания, подчеркивая важность участия в научной деятельности. Р. Лерер и Л. Шаубле [17] определяют научное мышление как способность к научной аргументации, акцентируя значение аргументативных навыков в научном процессе. Предложенные определения приводят нас к выводу и собственному определению *научного мышления*.

Таким образом, мы видим, что научное мышление представляет собой высший, намеренный и последовательный психологический процесс, который проявляется в разнообразных сложных ситуациях (будь то социальные, личностные, образовательные, профессиональные и так далее). Этот процесс требует использования научных знаний, когнитивных и метакогнитивных навыков, а также оптимальной обработки всех операций и форм мышления. В ходе этого процесса человек проверяет гипотезы, использует эвристические стратегии, формулирует умозаключения, синтезирует информацию, делает выводы, предсказывает и обосновывает свои действия.

Эти определения подчеркивают сложность природы научного мышления, включая когнитивные, метакогнитивные и практические аспекты.

В доклад «Преподавание естественных наук в школах Европы: Policies and Research» (European Commission / Eurydice, 2006) [18] было включено понятие «*научное мышление*» в стандартизированные национальные тесты по естественным наукам в европейских странах. Это измерение включает в себя три основные способности: (1) *решать проблемы, сформулированные в теоретических терминах*, (2) *формулировать проблему в научных терминах* и (3) *формулировать научные гипотезы*. В отличие от этого, критическое мышление в таком отчете даже не упоминается. Однако в последующих аналогичных докладах Европейской комиссии / Eurydice (2022) [19] есть некоторые ссылки на то, что развитие критического мышления должно быть одной из основных целей преподавания естественных наук, и это имеет свою рациональную сторону. Поскольку, с одной стороны, *научное мышление* направлено на получение доказательств, которые могут подтвердить идею или объяснение явления, и, соответственно, отбрасывание других, менее убедительных или точных. Поэтому, когда при имеющихся доказательствах наука имеет более одной одинаково обоснованной позиции по отношению к проблеме, исследование считается неубедительным [20]. В некоторых случаях это приводит к возникновению научных противоречий. С образовательной точки зрения это предполагает, что для того, чтобы ученики или студенты могли более аутентично погрузиться в способ научной работы посредством научного мышления, им также следует научиться справляться со своим разочарованием, когда они не достигают ожидаемых результатов. С другой стороны, *критическое мышление* опирается на многие навыки или практики научного мышления, о чем говорилось выше. Однако, в отличие от научного мышления, сосуществование двух или более обоснованных идей в принципе не является проблемой для критического мышления, поскольку его цель – не столько признать несостоятельными одни идеи или объяснения по отношению к другим, сколько предоставить человеку основы, на которых он может позиционировать себя с той идеей / аргументом, которую он считает наиболее обоснованной среди нескольких возможных [21].

Критическое мышление подчиняется правилам повседневного мышления и чаще всего активизируется, когда перед нами возникает проблема иного характера, привлекающая внимание. Внимание людей обычно переключается на то, что интересно, или на то, что эмоционально захватывает, по привычке, возникшей в результате опыта или практики, или в случае случайного переключения с одного объекта на другой. *Научное мышление*, в отличие от критического мышления, беспристрастно. Наблюдение за вещами ведется фотографически, в целом, чтобы обеспечить объективность изучаемых явлений. Исследователь не просто обращает внимание на то, что его впечатлило, он анализирует все вокруг.

Таким образом, основополагающие принципы обучения по технологии STEAM не должны ограничиваться только развитием критического мышления; они должны строиться на фундаменте научного мышления. Приведём один из примеров принципов обучения по технологии STEAM из работ И. Кафая и др. [22], которые основываются на поддержании принятия рамок, которые пересекают границы и фокусируются на когнитивных навыках, социальном участии, подходах критической социальной справедливости и на обучении с использованием компьютерных технологий.

По мнению молдавского научного исследователя Л. Кузнецовы [23], педагогам следует поощрять создание сложных решений и разрабатывать *мощные междисциплинарные проекты*, которые сокращают разрыв между дисциплинами, контекстуализируют обучение в технологии STEAM. Это делает абстрактные понятия более осмысленными и увлекательными, а также создает среду, в которой ценятся различные способы работы, а также активизирует научное мышление.

Благодаря сложности процесса научного познания, осмысление абстрактных понятий способствует созданию обобщенных и абстрактных представлений на основе определенной модели при исследовании явлений. Последующее изучение явлений происходит путем реконтекстуализации, на основе созданной модели, путем исследования и расшифровки ее косвенно, при содействии научного мышления, что впоследствии способствует формированию убеждений об окружающей действительности.

Основная цель обучения научному мышлению – сделать субъекта (ученика / студента) более эффективным в научных исследованиях и решении научных, а также социальных проблем. Сложность процесса воспитания научного мышления обусловлена тем, что оно ни в коем случае не может соответствовать только педагогическим условиям, поскольку *научное мышление* включает в себя такие характеристики, как объективность, логичность, непрерывность, глубина, меж-, плюри- и трансдисциплинарность и т. д. [23].

Одна из перспектив переориентации образования связана с *теорией социального конструктивизма*. Согласно теории социального конструктивизма, знания создаются в процессе обсуждения и взаимодействия между несколькими социальными субъектами, которые становятся партнерами в образовании: учениками, учителями, родителями и т. д. Основные идеи социального конструктивизма были развиты в работах Льва Выготского, который подчеркивал роль социального окружения в развитии познавательных процессов. В этой парадигме считается, что обучение и развитие лучше происходят в контексте взаимодействия и совместного творчества, где каждый участник вносит свой вклад в процесс создания знаний [24]. Очевидно, что ученики будут опираться на предыдущие знания и навыки согласно полученной модели при исследовании явлений. Учитель направляет процесс обучения, предоставляя возможности для обсуждения и анализа идей учеников на высоком уровне развития мышления, языка и т. д. Оптимизация возможностей для обсуждения в классе и малых группах очень важна, поскольку именно здесь проявляются индивидуальные концептуальные позиции, которые могут стать предметом переговоров. Обмен идеями, критика этих идей могут быть сложными для учеников, поэтому учитель должен создать учебное сообщество, в котором ученики будут чувствовать себя комфортно в процессе дебатов и переговоров. Данное сообщество материализуется в системе обучения STEAM, где ученикам необходимо работать в интерактивном режиме с друзьями, анализировать, договариваться о значениях, обращаться за поддержкой, когда это необходимо, и делиться опытом с учителем и сверстниками. Учеников также поощряют развивать *метакогнитивные стратегии*; размышлять, объяснять, обосновывать, спорить; разрабатывать и развивать стратегии решения проблем. Таким образом, социальный конструктивизм обеспечивает развитие рассуждений, а также научного мышления [25].

Основной вывод, сделанный нами в ходе анализа в данной статье, касается развития у студентов настойчивости и адаптивности, а также навыков воспитания характера, таких как любознательность и воображение, устная и письменная коммуникация, сотрудничество, научное мышление посредством которого будут решаться различные проблемы. В итоге, одним из основных навыков профессионального формирования будущего профессионала является мыслительный процесс, ориентированный на создание нового, в котором творческий потенциал направлен на научную деятельность, опосредован в итоге научным мышлением.

Следовательно, *научная направленность* [10], [12], [24] влияет на формирование культуры принятия риска и настойчивости учеников, которые являются элементами личности научного направленного мыслителя, обладающего, по мнению Р.С. Мэнсфилд и Т.В. Буссе, автономией, личностной гибкостью и открытостью к новому опыту, а также эстетической чувствительностью, которая помогает менять *парадигму мышления* [26, р. 232], что означает изменение основных убеждений, представлений, методов и подходов, которые лежат в основе способа мышления человека, включая ценности, предположения и способы решения проблем, которые стали стандартными для данного человека или сообщества. Этот процесс может включать в себя принятие новых идей, переосмысление ценностей, адаптацию к новым технологиям или изменение общего взгляда на мир. Менять парадигму мышления может быть сложным и вызывающим процессом, поскольку это требует готовности к отказу от старых установок и принятию новых путей мышления. Однако это также может привести к развитию, инновациям и лучшему пониманию окружающего мира, суть которого заключается в опосредованности научного мышления.

В заключении важность развития технологий в последние годы и их влияние на образование, а также необходимость подготовки учеников к учебному процессу, студентов к будущим профессиям в свете промышленной революции подчеркивает актуальность проблемы формирования научного мышления в рамках образовательных программ, возможно и в концепции STEAM.

Процесс изменения парадигмы мышления требует готовности отказаться от устаревших установок и принятия новых подходов. Это связано с развитием инноваций, лучшим пониманием окружающего мира и сформированностью культуры принятия риска и настойчивости учеников и студентов.

Литература

1. What could the school of 2050 look like? [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencefocus.com/future-technology/the-school-of-2050-technology-education>. – Access date : 04.03.2024.
2. What Is STEAM Education and Why Is It Important? [Electronic resource]. – Access mode : <https://cie.spacefoundation.org/what-is-steam-education-and-why-is-it-important/>. – Access date : 04.03.2024.
3. Ананьев, Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – 3-е изд. – СПб., 2001. – 288 с.
4. Асмолов, А. Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения / А. Г. Асмолов // Педагогика. – 2009. – № 4. – С. 18–22.
5. Anderson, J. R. Cognitive psychology and its implications / J. R. Anderson. – 7th ed. – New York : Worth Publishers. 2009. – 560 p.
6. Allina, B. The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment / B. Allina // Arts Education Policy Review. – 2018. – № 119 (2) – P. 77–87.
7. Gess, A. H. STEAM education : separating fact from fiction / A. H. Gess // Technology and Engineering Teacher. – 2017. – № 77 (3) – P. 39–41.
8. Liao, C. Tech-savvy girls : learning 21st-century skills through STEAM digital artmaking / C. Liao, J. L. Motter, R. M. Patton // Art Education. – 2016. – № 69 (4). – P. 29–35.
9. Costantino, T. Steam by another name : transdisciplinary practice in art and design education / T. Costantino // Arts Education Policy Review. – 2018. – № 119 (2). – P. 100–106.
10. Dewey, J. How we think / J. Dewey. – New York : Mineola. Dover Publ., 1997. – 240 p.
11. Popper, K. The logic of scientific discovery / K. Popper. – London–New York, 2002. – 545 p.
12. Kuhn, D. What is scientific thinking and how does it develop? / D. Kuhn // Blackwell handbook of childhood cognitive development. – New York : Blackwell Publishing, 2002. – P. 371–393.
13. Zimmerman, C. The development of scientific thinking skills in elementary and middle school / C. Zimmerman // Developmental Review. – 2007. – № 27 (2). – P. 172–223.
14. Koslowski, B. Theory and evidence : The development of scientific reasoning [Electronic resource] / B. Koslowski. – Access mode : <https://mitpress.mit.edu/books/theory-and-evidence>. – Access date : 13.08.2021.
15. Popper, K. The logic of scientific discovery / K. Popper. – London–New York : Routledge Classics, 2002. – 545 p.
16. Dunbar, K. Scientific thinking and reasoning / K. Dunbar, D. Klahr // Oxford Handbook of Thinking and Reasoning. – Oxford, 2012. – P. 611–628.
17. Lehrer, R. Inventing data structures for representational purposes : elementary grade students' classification models / R. Lehrer, L. Schauble // Mathematical Thinking and Learning. – 2000. – № 2 (1-2). – P. 51–74.

18. European Commission / Eurydice. Science teaching in schools in Europe [Electronic resource]. – Access mode : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1dc3df34-acdf-479e-bbbfc404fa3bee8b>. – Access date : 13.03.2024.
19. European Commission / Eurydice. Increasing achievement and motivation in mathematics and science learning in schools [Electronic resource]. – Access mode : <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/mathematics-and-science-learning-schools-2022>. – Access date : 13.03.2024.
20. Clouse, S. Scientific thinking is not critical thinking [Electronic resource] / S. Clouse. – Access mode : <https://medium.com/extra-extra/scientific-thinking-is-not-critical-thinking-b1ea9ebd8b31>. – Access date : 13.03.2024.
21. Ennis, R. H. Critical thinking across the curriculum : A vision / R. H. Ennis // *Topoi*. – 2018. – № 37 (1). – P. 165–184.
22. Kafai, Y. From theory bias to theory dialogue : embracing cognitive, situated, and critical framings of computational thinking in K-12 CS education / Y. Kafai, C. Proctor, D. Lui // *International Computing Education Research Conference (ICER '19)*, Toronto, ON, Canada, August 12–14, 2019. – Toronto, 2019. – P. 101–109.
23. Sanduleac, S. Dezvoltarea gândirii științifice la cadrele didactice : Fundamente teoretice și applicative. Ghid metodologic / S. Sanduleac, L. Cuznețov. – Chișinău : Pulsul Pieței, 2021. – 151 p.
24. Выготский, Л. С. Мышление и речь. Собр. соч. / Л. С. Выготский. – М. : Педагогика, 1982. – Т. 2. – С. 5–361.
25. Joița, E. Educația cognitivă. Fundamente. Metodologie / E. Joița. – Iași : Polirom, 2002. – 243 p.
26. Stumpf, H. Scientific creativity : A short overview / H. Stumpf // *Educational Psychology Review*. – 1995. – № 7 (3). – P. 225–241.

Государственный педагогический
университет имени Иона Крянгэ, г. Кишинев

Поступила в редакцию 25.03.2024