ДИДАКТИКА, МЕТОДИКА, НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

УДК 37.01+371/001.81

Світлана Бабійчук

ОСНОВНІ ЕТАПИ УЧНІВСЬКОГО ДОСЛІДЖЕННЯ НА УРОКАХ НАУКИ В ШКОЛАХ США

У статті коротко описані основні етапи проведення учнівського дослідження на уроках науки у США: вміння формулювати питання і гіпотезу дослідження, моделювати досліджуваний процес чи явище, планувати процес дослідження, збір даних, матеріалів дослідження та їх аналіз з метою перевірки гіпотези і останнім етапом є представлення та обговорення результатів дослідження. Наукова освіта у школі є важливим компонентом навчального процесу для всіх учнів з метою підготовки конкурентоспроможних фахівців на міжнародному ринку праці.

Ключові слова: *дослідження, наукова освіта, урок, етапи дослідження, учень, США, наука, критичне мислення.*

In the article briefly has been described the main phases of conducting a pupil research on science lessons in the United States. There are: the ability to formulate questions and research hypothesis, modeling the investigated process or phenomenon, plan the research process, collect data and necessary materials for analyzing them in order to test the hypothesis (valid or failed) and the last stage is presentation and discussion of the research results. Science education at school is an important component of the education process for all pupils in order to prepare competitive professionals in the labor market. Knowledge and skills that pupils have achieved during research are primarily aimed at preparing for self-search and creating new knowledge. Pupils research activity bring autonomy and responsibility for the quality of their education and promote for not only getting ready knowledge and accumulating it but also critically re-thinking the existing material, actively seeking the paths that researchers and scientists have been making to create theories and concepts.

Key words: *research, science education, lesson, phase of research, pupil, USA, science, critical thinking.*

Знання та навички, які учні здобувають під час дослідницької роботи, спрямовані в першу чергу на підготовку учня до самостійного пошуку та створення нового знання. Це виховує самостійність і відповідальність учня щодо якості своєї освіти та сприяє не просто отримувати готові знання від вчителя і акумулювати їх, а критично переосмислити існуючий матеріал, активно шукати шляхи, якими пройшли дослідники та вчені, щоб створити теорії та концепти. Самостійно перевірений науковий концепт запам’ятається учням краще, а головне

процес навчання буде цікавішим. США довгий період часу займалися активним реформуванням наукової освіти (з початку ХХ століття), проблемами у цьому напрямку було як адміністративний устрій країни, так і різні погляди дослідників на сам науковий контент та методи, за допомогою яких учні мають здобувати знання. Проте ключовим елементом і тим, що варто би застосувати в українській освіті – дослідження на уроках науки розглядалася не лише як підготовка нового покоління науковців, а як процес формування нового активного типу мислення в учнів (вивчати процес, збирати дані, аналізувати, висувати гіпотезу та перевіряти її валідність), який гостро необхідний у сучасному світі професій (бізнес, аналітика, інформаційні технології). На уроках науки страх учнів перед незнанням заміняється активною діяльністю з метою самостійно отримати ці знання, вміння та навички.

Питанням реформування наукової освіти США займаються такі організації: Національна Академія Наук США, Американська асоціація сприяння розвитку науки, Національна асоціація вчителів науки, Національний центр удосконалення наукової освіти. Серед науковців питанням удосконалення наукової освіти займалися Александер Р. [2], Берланд Л. [3], де Боєр Г. [4], Форд М. [5], Гіре Р. [6], Нерсесієн Н. [10], Норіс С. [11] та інші.

Метою статті є короткий опис основних етапів проведення учнівського дослідження на уроках науки у США.

Одним з головних завдань, яке постає перед науковою освітою – навчити учня визначати наукову проблему через формулювання питань. Учні повинні вміти ставити один одному запитання про прочитані тексти, особливості процесу спостереження та висновки наукових досліджень. З кожним роком питання учнів мають бути складнішими, точнішими та ґрунтуватися на попередньому досвіді [1; 9].

Досліджуючи певне явище чи процес, учні через моделювання можуть точніше зрозуміти головні механізми. Тобто учні розглядають лише вагомі для цього процесу чи явища властивості та ознаки, при цьому нівелюючи другорядні. Моделювання дозволяє краще зрозуміти досліджуване явище чи процес або розробити можливе рішення проблеми. В науці використовується більш складні (структурні, функціональні, поведінкові тощо) та спрощені (схеми, діаграми, комп'ютерне моделювання тощо) моделі. Оскільки всі моделі містять узагальнення, важливо розуміти їх неточність та обмеження у застосуванні. Учні повинні вміти побудувати моделі, які демонструють процес, систему чи предмет. На прикладі колекції комах, учень має визначити, які ознаки є спільними для усіх представлених експонатів і зарисувати їх. Використовуючи лампу та резервуар з водою, визначити, як змінюється випаровуваність при зміні кута та довжини світлових променів лампи, результати представити у вигляді рисунка. Визначивши, що моделі не відображають усіх показників та ознак дослідження, учні можуть запропонувати шляхи їх удосконалення,

аргументуючи емпіричними даними чи теоретичними доказами [1; 2]. Тобто сформулювати свою мету та гіпотезу дослідження.

Одним з найважливіших етапів дослідження є планування. Спланувати експеримент чи спостереження з метою перевірки наукової гіпотези вимагає не лише знань, але і організаційних навичок. У плануванні дослідження важливо визначити, які саме компоненти процесу чи складові моделі мають піддаватися спостереженню чи експерименту і який результат можна вважати задовільним. Потрібно чітко розуміти не тільки «що» і яку кількість експонатів потрібно дослідити, але і «як» потрібно виміряти предмет дослідження, яка точність вимірювання буде задовільною і які інструменти для цього потрібно використати. Учні повинні усвідомити, що лабораторні дослідження не завжди застосовуються у науковому дослідженні. Наприклад, географи, екологи, етнологи здебільшого проводять дослідження «на місцевості», де проводять експерименти, збирають зразки та вивчають їх.

Спланувавши як провести дослідження, необхідно розпочати збір даних дослідження. Для якісного аналізу та розуміння зібраних даних, їх потрібно ранжувати, графічно та статистично інтерпретувати. За допомогою такої інтерпретації даних можна виявити взаємозв'язки, взаємозалежності і кореляцію між ними. Деякі дані знаходяться у відкритому доступі в мережі Інтернет (температура, вологість, тиск, рівень забрудненості повітря тощо). Звичайно, потрібно навчати учнів науковій етиці: якщо зібрані та опрацьовані дані суперечать висунутій гіпотезі, то її потрібно відкинути. Оскільки заперечення висунутої теорії – це також знання, які учні здобули, а опираючись на дослідження сера Карла Поппера, перевірка теорії через фальсифікацію – один з ефективних шляхів розвитку наукового знання [1; 6].

Наступний етап – застосування математичних методів та обчислювальної техніки з метою якісної інтерпретації зібраних даних дослідження. Застосування математичних моделей, які описують та прогнозують, наприклад, дію сили гравітації, квантову механіку та ін., можуть значно допомогти в інтерпретації даних. З середини XX століття теорії обчислень, інформаційні та комп'ютерні технології революціонізували практично всі наукові та інженерні галузі. Ці інструменти дозволяють вченим та інженерам збирати та аналізувати великі набори даних, шукати відмінності, виявляти взаємозв'язок між даними.

Зібравши та проаналізувавши дані, учні повинні навчитися формулювати свої пояснення природних феноменів та розробляти власні рішення для удосконалення пристроїв, технологічних процесів тощо. Отже, сформульовані учнями пояснення мають базуватися на зібраних даних. Наукові пояснення учнів мають на меті пов'язати наукову теорію з конкретними даними спостереження, наприклад, визначити причинно-наслідкові зв'язки між змінними та описати цей механізм. Також у науковій освіті практикується інший варіант: коли вчитель представляє

модель процесу і на основі цієї моделі учні висловлюють свої пояснення. Наприклад, якщо представити учням модель отримання, транспортування та використання кисню людським організмом, то можна запропонувати їм пояснити чому частота серцевих скорочень та дихання збільшується під час виконання фізичних вправ [1; 2].

Оскільки вчені мислять категоріями: теорій, моделей та уявлень, які базуються на відповідних методах досліджень, в учнів також повинно бути сформовано розуміння яким є механізм практичної діяльності вченого. Це найважливіший крок у формуванні власного розуміння функціонування науки, які учні можуть вивчити у класі. Учні мають навчитися формулювати власні наукові пояснення відповідно до їхнього віку [2; 3].

Визначаючи, яким чином один фактор впливає чи не впливає на досліджуваний процес, учні можуть визначити причинно-наслідкові зв'язки цього процесу. Наприклад, при дослідженні умов, за яких рослини ростуть найшвидше, учні можуть помітити, що рослини гинуть в темряві. Хоча пояснення учнів початкової школи може бути простим: «рослини вмирають у темряві, тому що вони потребують світла для того, щоб жити і рости», це створює основу для подальших запитань і більш глибокого розуміння того, як рослини використовують світло, яке може формуватися у наступних класах. Такий же експеримент можна провести з метою дізнатися чому рослини, які отримують достатньо світла, гинуть без води. У старших класах учні мають пояснювати та описувати більш складніші процеси, наприклад, чому вода не нагрівається більше, ніж на 100 градусів Цельсія [1; 5].

У науці формування нових знань залежить від процесу підтвердження чи спростування міркувань вченого індуктивним чи дедуктивним шляхом. Тому навичка аргументувати свою наукову гіпотезу, базуючись на зібраних та проаналізованих даних, є необхідною умовою підготовки школяра-науковця. Учень має уміти визначати слабкі та сильні сторони своєї гіпотези, щоб визначити шляхи її удосконалення. Історія науки знає безліч прикладів, коли наукові теорії не визнавалися за життя їх автора, проте сьогодні ми користуємося ними і знаходимо безліч доказів щодо їхньої валідності. Таке трактування та розвиток наукового знання не має лякати учнів, адже «істина народжується в суперечці». Тому доцільно на історичному прикладі продемонструвати як розвивалася, приміром, геліоцентрична теорія Коперника, як її вірність аргументував сам автор і якими доказами користувалися опоненти. Головна мета цього процесу – сприяти відкритості учнів до конструктивної критики гіпотези, як своєї, так й інших учнів у класі. Конструктивна критика має сприяти процесу удосконалення гіпотез учнів [1; 6].

Учні повинні володіти інформацією, які дослідження у сучасній науці є валідними, яка доказова база є достатньою, що таке експертна оцінка досліджень. Наукові звіти та публікації учні мають сприймати не як істину в останній інстанції, а як ще один крок до нового знання,

твердження в яких ще не обов'язково є однозначними та вірними.

Окрім того, що учень має уміти сформулювати та перевірити свою гіпотезу, не менш важливим етапом є представлення результатів свого дослідження. І чим більш спрощеним та візуальним воно буде, тим краще інформація сприйматиметься (діаграми, графіки, таблиці тощо). Презентація результатів дослідження може бути здійснена на конференціях, опублікована у журналі чи мережі Інтернеті як наукова стаття.

Наукові тексти мають ряд своїх особливостей, порівняно з іншими стилями мови, які учні мають розуміти зі шкільної лави. Головними особливостями, якими учень має бути ознайомлений – це використання наукової термінології, конструкції пасиву тощо; наукові тексти – це «есенція» інформації, тому читати потрібно вдумливо, щоб не «загубити» думку автора; застосування різних ілюстраційних доповнень до текстової інформації (графіки, діаграми, формули, таблиці, рисунки, карти тощо) [10; 11].

У процесі дослідження учень має оволодіти такими уміннями:

- спостерігати за фактами, середовищем, подіями;
- самостійно формулювати проблему дослідження;
- висловлювати гіпотези;
- визначати закономірності;
- визначати способи підтвердження чи спростування гіпотез;
- робити висновки;
- презентувати своє дослідження.

Наукова освіта, як педагогічний концепт, має на меті виплекати нову генерацію науковців, базуючись на певних методиках, методах, формах навчання та навчальному змісті. Вчитель не виконує роль єдиного джерела інформації з метою передати її учням, а є наставником, який курує комплексом учнівських досліджень. Кінцевим результатом такого навчання має бути новий тип мислення в учнів, коли наука сприймається як інструмент, засіб для вирішення практичних проблем конкретної людини, сім'ї, міста, держави чи більш глобальних масштабів.

Порівнюючи українську освіту, вивчення наукових ідей, концептів, теорій через дослідження найбільш яскраво представлено у Малій академії наук України – освітній системі, яка забезпечує організацію і координацію науково-дослідницької, конструкторської, винахідницької та пошукової діяльності учнів. Визнані науковці та фахівці на громадських засадах працюють з юними дослідниками, надають можливість вихованцям Малої академії наук користуватися спеціалізованими бібліотеками, фондами, архівами та лабораторіями. Як система позашкільної освіти, Мала академія може заохочувати учнів до процесу дослідження, в той час, як таке навчання в США відбувається у школі, тому рівень залученості учнів вищий.

Наукова освіта і головний її компонент – власне процес дослідження дозволяють підготувати учнів до критичного осмислення інформації й

підвищення авторитету науковців у суспільстві. Наукова освіта має посилювати зацікавленість учнів, базуючись на їхню природну схильність шукати сенс та розуміння навколишнього світу. Їхнє особисте дослідження, виявлення та встановлення зв'язків між новими знаннями та досвідом можуть викликати позитивну емоційну реакцію, яка мотивує до подальшого навчання. Вивчення науки підтримує розуміння її як важливого людського прагнення до пізнання істини шляхом систематичного збору даних їх аналізу та інтерпретації. Наукові знання необхідні для вирішення проблемних питань як на рівні державної політики, так і повсякденного життя. У цьому контексті наукова освіта важлива для всіх учнів з метою підготовки конкурентоспроможних фахівців, враховуючи й тих, хто не планує бути науковцем. Подальшими напрямами дослідження обраної теми є вивчення досвіду проведення шкільних досліджень в школах Європи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas [Електронний ресурс]. – Режим доступу : smdepo.org/download/228417075fe45
2. Alexander R. J. Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk / Alexander. – York, England : Dialogos, 2005. – 315 с.
3. Berland L. K. Making sense of argumentation and explanation / L. K. Berland, B. Reiser // Science Education. – 2008. – № 93. – С. 26–55.
4. DeBoer G. E. A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice / DeBoer. – New York : Teachers College Press, 1991. – 285 с.
5. Ford M. Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning / Ford M. // Science Education. – 2008. – № 92. – С. 404–423.
6. Giere R. Understanding Scientific Reasoning / R. Giere, J. Bickle, R. Maudlin. – Belmont : Thomson Wadsworth, 2006. – 265 с.
7. Inquiry in science education: International perspectives / [F. Abd-El-Khalick, S. BouJaoude, R. Duschl та ін.] // Science Education. – 2004. – № 88. – С. 397–419.
8. Lehrer R. Cultivating model-based reasoning in science education / R. Lehrer, L. Schauble // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences / R. Lehrer, L. Schauble. – Cambridge, England : Cambridge University Press, 2006. – С. 371–187.
9. Longino H. E. The Fate of Knowledge. Princeton / Longino. – Princeton, NJ : Princeton University Press, 2002. – 248 с.
10. Nercessian N. Model-based reasoning in scientific practice / Nercessian N. // Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation. – 2008. – С. 57–79.
11. Norris S. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy / S. Norris, L. Phillips // Science Education. – 2003. – № 87. – С. 224–240.