

УДК 001.891:371.3–053.5

Осипенко Л.Е.

ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ИССЛЕДОВАНИЮ ПОСРЕДСТВОМ РЕШЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Ключевые слова: учебно-исследовательская деятельность, комплекс познавательных задач, наблюдение, эксперимент, проблема, гипотеза, эвристические средства.

Поиск ответов на вопрос «Чему и как учить школьников, чтобы они могли самостоятельно проводить исследования?» в настоящее время достаточно широко освещается в педагогической печати. Признавая многоаспектность разработок наших коллег [1], обозначим собственную позицию, которая сформировалась в течение 15-летнего опыта изучения данной проблемы в разных ипостасях: от руководителя кружка «Учимся – исследуя» для младших школьников, учителя физики – до проректора по науке ИРО [2]. Она очень проста и однозначна: чтобы ребенок мог решать исследовательские задачи (как и любые другие, например арифметические), у него должен быть сформирован соответствующий инструментарий. Конечно, есть в школе и уникалы, которые могут решать задачи интуитивно, однако для массовой практики мы будем рассматривать их скорее как исключение, нежели как правило.

Почему-то бытует мнение, что провести исследование – это просто. Из понимания В.И. Андреевым учебно-исследовательской деятельности как деятельности, направленной на получение ребенком нового знания с использованием методов научного познания [3], следует, что он должен знать и понимать, что такое проблема, гипотеза, модель, уметь проводить наблюдения и эксперименты. Мы склонны считать, что необходимо пропедевтическое обучение школьников исследовательским процедурам посредством решения ими специального комплекса задач. В научно-методической литературе их накоплено огромное количество. Однако до сих пор нет единой точки зрения на определение «задачи» как педагогической категории. Соответственно, разнятся и основания для классификации задач.

В рассматриваемом нами контексте наиболее эффективны познавательные задачи, решение которых позволяет формировать процедуры исследовательской деятельности на широком предметном содержании в разных возрастных группах с разной степенью готовности к поисковой деятельности. Вслед за Г.А. Баллом познавательную задачу в общем смысле мы будем понимать как «отнесенную к некоторому решателю задачу совершенствования знания, которым он обладает» [4].

Существуют различные типологии познавательных задач. Для нас наиболее интересна «привязка» к структуре исследования: факты – проблема – гипотеза – объяснение – верификация – апробация. Для этого наиболее приемлемой оказалась типологизация задач по характеру познавательной деятельности. К таковым Г.А. Балл относит перцептивные, имажинативные и мнемические задачи. К познавательным он также обоснованно причисляет и коммуникативные задачи [5]. Рассмотрим последовательно каждую из категорий, приводя конкретные примеры и рекомендации по их использованию.

Перцептивные задачи предполагают извлечение решателем недостающей прямой информации из системы, моделируемой объектом познания. Они могут быть использованы на этапе сбора фактов, осуществляемого посредством наблюдений и экспериментов.

Существуют различные основания для классификации наблюдений: по продолжительности; по количеству наблюдений за одним и тем же объектом и пр. В рассматриваемом нами контексте наиболее приемлемой мы сочли классификацию наблюдений по типу познавательной деятельности школьников. В соответствии с ней различают иллюстративные, частично-поисковые и исследовательские наблюдения.

Наш многолетний опыт позволяет утверждать, что педагоги предлагают школьникам в основном иллюстративные наблюдения, уточняющие и конкретизирующие ранее полученные представления и понятия о форме, строении и функциях исследуемого объекта, процесса или явления. Например, учащимся предлагается нанести на лист бумаги каплю воды и понаблюдать за ее испарением, рассмотреть листья у мха-сфагнума и мха – кукушкина льна, понаблюдать за образованием росы и инея, провести серию наблюдений по изучению траектории полета снежинок во время снегопада и т.д.

Как правило, основная цель иллюстративных наблюдений состоит в формировании у учащихся умения сравнивать и сопоставлять: «Что было? Что стало? Что изменилось?» К сожалению, не все учителя предлагают школьникам фиксировать результаты наблюдений в исследовательских дневниках.

Частично-поисковые наблюдения предполагают не только проведение наблюдения, но и описание его хода и полученных результатов, их сравнение с ранее полученными фактами. В качестве примера можно привести задания по биологии, предполагающие сравнение строения и функций органов и организмов, формулирование выводов о проявлении общих законов саморегуляции, гомеостазиса в различных физиологических явлениях.

В ходе исследовательских наблюдений учащийся должен самостоятельно собрать, описать, обобщить полученные им факты. Исследовательские наблюдения применяются в основном на экскурсиях, в кружковой работе, на факультативных занятиях. Например, мы предлагали ученикам на летних каникулах понаблюдать за признаками ненастья и найти «правду» и «ложь» в народных приметах ненастья.

Перцептивные задачи используют также для освоения школьниками экспериментов. В педагогической практике используют классификации эксперимента, аналогичные наблюдению, например: кратковременные и длительные; однократные или многократные. В ряде случаев целесообразен качественный (описывающий) или количественный эксперимент, позволяющий установить определенные количественные характеристики.

Мы использовали классификацию экспериментов по характеру мыслительных операций учащихся, предполагающую постепенный переход от иллюстративных к поисковым экспериментам.

Иллюстративный эксперимент демонстрирует учащимся ранее известные им факты. В качестве типичных примеров иллюстративных экспериментов выступают традиционные лабораторные и практические работы, которые проводятся, как правило, по подробной инструкции со специально подготовленным учителем оборудованием.

Более сложными являются поисковые эксперименты, ход и результат которых учащимся заранее не известен. Они вынуждены задумываться над условиями, необходимыми для выполнения опыта, осознают необходимость формулировки гипотезы, которую следует положить в основу опыта.

Поисковые эксперименты могут быть также ориентированы на отработку учащимися наиболее сложных экспериментальных процедур: разработки методики проведения эксперимента (например, предложить собственный метод утилизации отходов: тканей (тряпья), кирпича, стекла, пластмассы, резины) или конструирования экспериментального оборудования (например, создать устройство, осушающее мокрый песок с помощью

электрического напряжения без значительного нагревания), проведения «прикидки» тех или иных величин (например, оценить порядок скорости, с которой человек должен бежать по воде, чтобы не тонуть) [6] и пр.

Очевидно, что перцептивные задачи позволяют создать исходный эмпирический «каркас» знаний об объекте исследования. Однако в естественных науках важно не только зафиксировать эмпирические факты, но и уметь их объяснить. Для этого мы использовали мнемические задачи, позволяющие преобразовать косвенную информацию об искомых предметах в прямую.

Проблема – это вопрос, требующий изучения, разрешения. Он представляет собой некий «разрыв» в деятельности ребенка, «рассогласование» между его целями и возможностями.

В настоящее время нет единой общепринятой классификации проблем, существуют различные подходы к их типологизации [7]. В данной публикации мы использовали типологию проблем в соответствии с объектом неопределенности, предложенную Е.И. Казаковой. Она выделяет проблемы, решение которых порождает новое знание; проблемы, результатом решения которых может выступать новое умение; проблемы, порождающие опыт творчества, и проблемы, следствием решения которых станет ценностно-эмоциональное отношение [8].

Проблемы первой группы характеризует противоречие между имеющимися у ребенка знаниями и их недостаточностью для изучения и объяснения выбранного объекта и предмета реальности. Это могут быть задачи с явно выраженным противоречием, парадоксы, задачи с недостающей, избыточной или противоречивой исходной информацией. Например, учащимся известно, что в замкнутой электриче-

ской цепи будет протекать электрический ток. Почему же, когда электроды опущены в стакан с водопроводной водой и ключ замкнут, то лампочка не горит и стрелка амперметра показывает нуль?

Второй тип учебных проблем характеризуется противоречием между возникшими у ребенка в ходе исследования вопросами и незнанием технологии их решения. Например, для учеников младших классов можно предложить определить площади фигур, если их нельзя вырезать и наложить друг на друга привычным для них способом.

Как показывает практика, после определенных попыток учащихся самостоятельно решить такую задачу целесообразно показывать более эффективные способы ее решения, тем самым накапливая «исследовательский инструментарий» школьников.

В качестве катализатора процесса освоения опыта исследовательской деятельности выступает третья группа проблем. Она предполагает подтверждение определенных положений примерами из собственного опыта или, наоборот, объяснение примеров из опыта с использованием теоретических законов. Так, на рис. 1 запечатлены быстрые струи воды, пробивающиеся между двумя камнями.

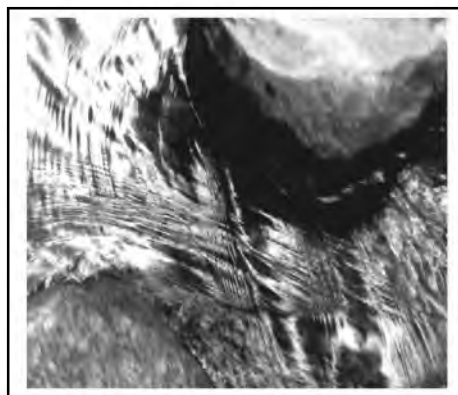


Рис. 1. Двигается или нет?

Волны образуют почти правильную, практически неподвижную ромбическую сетку. Можно предложить учащимся объяснить, каким образом возникают неподвижные волны на поверхности стремительного ручья.

Четвертая группа проблем нацелена на приобретение учащимися опыта оценочных суждений, например: осуществить выбор на основании «взвешивания» вариантов, обосновать выбор понравившегося. Это коммуникативные задачи, о которых мы поговорим ниже.

Мы уже отмечали важность объяснения эмпирических фактов. Для многих школьников решение мнемических задач на объяснение причинно-следственных связей является достаточно сложным, но доступным видом работы, предполагающим разносторонний анализ, выделение существенных связей по линии «причина – следствие», теоретических обобщений. В разработанном нами содержании основу таких задач и упражнений составляли вопросы типа: «Чем это обусловлено? Как это можно объяснить? Почему это произошло? От чего зависит?» Например: «Почему любой цвет от смачивания водой делается гуще?»

При решении школьниками мнемических задач целесообразно использование эвристических средств. Их примерами могут служить модели (как реальные, так и идеальные, например математические), эвристические рекомендации, разработанные Д. Пойа [9]. Эвристическими средствами также принято считать подсказки и намеки, относящиеся к содержанию конкретной индивидуальной задачи, а также ранее приобретенные учеником знания.

Еще со времен Г. Галилея центральным звеном познания считается ги-

потеза, благодаря которой научная теория способна выполнять не только объяснительную, но и предсказательную функцию [10]. Следовательно, необходимо специально обучать школьников выдвижению гипотез посредством специально подобранных имажинативных задач, активизирующих их воображение путем генерирования недостающей прямой информации.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогностические. Следовательно, необходим специально подобранный комплекс задач и упражнений, предполагающих выдвижение ребенком гипотез каждого типа. Они достаточно подробно описаны Э.М. Браверман [11]. Мы лишь отметим, что уже в начальной школе следует обращать внимание учащихся на важность усвоения ими структуры гипотезы.

Начинать обучение целесообразно с задач, предполагающих выдвижение описательных гипотез. Они представляют собой предположения о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта, базирующиеся на основе известных фактов, явлений, собственных наблюдений.

Структура описательной гипотезы изображена на рис. 2. В ней блоки 1, 3 – всегда неизменны, блоки 2, 4 – изменяются в зависимости от условий задачи.



Рис. 2. Структура описательной гипотезы

В качестве примеров задач на выдвижение описательных гипотез могут быть приведены задачи следующего типа. В 1965 г. советским физиком Е.Г. Швидковским было открыто ранее неизвестное свойство атмосферы Земли, заключающееся в существовании области повышенной ионизации на высоте 10–40 км. Какова ваша гипотеза образования такой области?

В объяснительной гипотезе отражены возможные предположения о причинно-следственных зависимостях: например, что произойдет, если на Земле исчезнет железо. Структура объяснительной гипотезы приведена на рис. 3. В ней блоки 1, 3, 5 – всегда одинаковы, блоки 2, 4, 6 – изменяются в зависимости от условий задачи.



Рис. 3. Структура объяснительной гипотезы

В качестве примера можно привести следующую задачу. В результате «кислых дождей» pH в пресном водоеме снизился до 5,5. Какие изменения в составе его флоры и фауны можно прогнозировать?

Прогностическая гипотеза позволяет зафиксировать предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования (рис. 4). В ней блоки 1, 3, 5 – всегда одинаковы, а блоки 2, 4, 6 – всегда разные. Их формулировка зависит от цели исследования.



Рис. 4. Структура прогностической гипотезы

Например, в стакане, до краев наполненном водой, плавает кусок льда. Мы предлагали учащимся высказать гипотезы и объяснить, выльется ли вода из сосуда, до краев наполненного водой, в которой плавает кусок льда, когда он растает? Результаты опыта позволили подтвердить (или опровергнуть) выдвинутые гипотезы.

Кроме опыта, в естественных науках формой получения нового знания также признан диалог. В.И. Слободчиков и Ю.В. Громыко выделяют четыре типа диалога, различающихся уровнем экзистенциальной насыщенности: фатический, исповедальный, информационный и дискуссионный [12]. В данной публикации интерес представляют собой два последних.

Цель информационного диалога состоит в обмене информацией самого различного свойства; например, учитель рассказывает историю открытия того или иного закона и предлагает учащимся ответить на ряд вопросов.

Дискуссионный диалог завязывается в ходе столкновения различных точек зрения, в случае проявления различных интерпретаций тех или иных фактов. Типичным примером может стать дискуссия, традиционно завершающаяся на научно-практической конференции выступление каждого докладчика.

Правила ведения диалога должны быть усвоены школьниками в ходе решения коммуникативных задач, предполагающих анализ явления (процесса) с различных позиций, выбор на основании «взвешивания» вариантов и обоснование понравившегося, постановку конкретных вопросов на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику, рассуждения и пр. Например, можно предложить ученикам найти аргументы «за» и «против» в перспективах развития ядерной энергетики в России.

Таким образом, чтобы ребенок мог самостоятельно проводить исследование, необходимо его целенаправленное обучение посредством комплекса познавательных задач: перцептивных, имажинативных, мнемических и коммуникативных. При их решении школьником могут быть использованы эвристические средства, снижающие трудность учебной проблемы до соответствующего уровня творческого развития ученика.

Данная классификация задач позволит педагогам избежать односторонности при их выборе, обоснованно использовать тот или иной тип задач в соответствии с определенной учебной ситуацией и возрастными особенностями школьников.

Автор выражает признательность своим коллегам-физикам А.И. Слободянюку (Беларусь) за предоставленные фотографии и профессору А. Лавриненко (Дания) за ряд высказанных конструктивных замечаний по данной статье.

Библиография

1. Андреев В.И. Эвристика для творческого саморазвития. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1996; Азизова Л.Х. Педагогическая поддержка одаренных школьников в условиях дополнительного образования // Известия Южного федерального университета. 2012. № 9. С. 58–63; Казакова Е. Познавательные проблемы в школьных учеб-

- никах. URL: <http://www.altruism.ru/sengine.cgi/5/7/8/4/4>; Куликовская И.Э., Арест М.Я. Необходимость в смене педагогической парадигмы: от процесса обучения к процессу самопознания // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2012. № 9. С. 19–24; Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 2. Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям: пособие для учителей и методистов / под ред. Э.М. Браверман. М.: Ассоциация учителей физики, 2005.
2. Осипенко Л.Е. Формирование у детей системы знаний о методах научного исследования. Берлин: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011.
 3. Андреев В.И. Указ. соч.
 4. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. М.: Педагогика, 1990. С. 39.
 5. Балл Г.А. Указ. соч.
 6. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика. М.: Наука, 1981.
 7. Азизова Л.Х. Указ. соч.; Андреев В.И. Указ. соч.; Балл Г.А. Указ. соч.; Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 2. Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям.
 8. Казакова Е. Указ. соч.
 9. Пойа Д. Математическое открытие. 2-е изд., стереотип. М.: Наука, 1976.
 10. Галилей Г. Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки // Сочинения. М.; Л., 1934. Т. 1.
 11. Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 2. Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям.
 12. Слободчиков В.И., Громыко Ю.В. Российское образование: перспективы развития // Директор школы. 2000. № 2. С. 4–8.
 - State University. (rus); Azizova, L.Kh., 2012. Pedagogical Support of Gifted Schoolchildren in Additional Education. News-Bulletin of Southern Federal University. Pedagogical sciences, 9: 58–63. (rus); Kazakova, E. Gnostic Problems in School Textbooks. URL: <http://www.altruism.ru/sengine.cgi/5/7/8/4/4>. (rus); Kulikovskaya, I.E. and M.Ya. Arest, 2012. Need for Pedagogical Paradigm Change: from the Process of Teaching to the Process of Self-knowledge. News-Bulletin of Southern Federal University. Pedagogical Sciences. 9: 19–24. (rus); Braverman, E.M. (Ed.), 2005. Teaching Physics that Develops the Pupil. Vol. 2. Development of thinking: general ideas, training cogitative operations: manual for teachers and methodologists. Moscow: published by Association of Physics Teachers. (rus)
 2. Osipenko, L.E., 2011/ Developing the Knowledge System of Scientific Research Methods in Children. Berlin: LAP LAMBERT Academic Publishing. (rus)
 3. Andreyev, V.I. Op. cit.
 4. Ball, G.A., 1990. Theory of Educational Tasks: psychological and pedagogical aspect. Moscow: published by Pedagogics: 39. (rus)
 5. Ball, G.A. Op. cit.
 6. Kapitsa, P.L., 1981. Experiment. Theory. Practice. Moscow: published by Science. (rus)
 7. Azizova, L.Kh. Op. cit.; Andreyev, V.I. Op. cit.; Ball, G.A. Op. cit.; Braverman, E.M. Op. cit.
 8. Kazakova, E. Op. cit.
 9. Poya, D., 1976. Mathematic Discovery. 2nd ed., stereotyped. Moscow: published by Science. (rus)
 10. Galileo, G., 1934. Discussions and Mathematical Proofs, concerning two new branches of science. Writings. Moscow, vol. 1. (rus)
 11. Braverman, E.M. Op. cit.
 12. Slobodchikov, V.I. and Yu.V. Gromyko, 2000. Russian Education: Prospects of Development. School Principal, 2: 4–8. (rus)

Bibliography

1. Andreyev, V.I., 1996. Heuristics for Creative Self-development. Kazan: published by Kazan