

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Дворец детского (юношеского) творчества Фрунзенского района  
СанктПетербурга



# Первая ласточка

Научно-практическая деятельность в дошкольном, школьном  
и дополнительном образовании детей



## Развитие исследовательского мышления у школьников

POSTED ON 04.05.2022



**Александр Вадимович Кулёв**, *Гранд-доктор педагогики, доктор философии, кандидат педагогических наук, академик Российской*

*экологической академии, профессор Российской академии естествознания, учитель биологии гимназии № 205 г. Санкт Петербурга*

Деятельность ученого-исследователя связана не только с непосредственным практическим проведением наблюдения или опыта, но прежде всего – с предварительным «мысленным экспериментированием» (созданием мысленной модели исследования). Этот процесс включает в себя формулировку цели, задач, гипотезы исследования; разработку плана и методики работы; прогнозирование возможного хода эксперимента и его результатов; выполнение других интеллектуальных действий. Элементам научного поиска нужно и возможно обучать на уроках биологии, а также на занятиях кружка. С этой целью мы рекомендуем использовать на уроках и во внеклассной работе с учащимися биологические и экологические задачи исследовательского характера.

Каждая задача представляет собой конкретную ситуацию, требующую своего разрешения путем логического анализа, с привлечением школьниками уже известных им знаний по биологии и другим предметам школьного курса. В тексте задачи после краткого описания ситуации следуют вопросы и задания, направляющие деятельность учащихся. Разрешение проблемы, заключенной в условии задачи, осуществляется в процессе эвристической беседы учителя с учащимися на уроке или занятии кружка.

Перед началом беседы учитель зачитывает условие задачи, а также приведенные в ней вопросы и задания для учащихся, уточняет и поясняет проблему. При необходимости условие задачи кратко записывается на доске и в тетрадях учащихся. После этого преподаватель предлагает школьникам ответить на первый вопрос задачи, предоставив им время для обдумывания этого вопроса. Если первый вопрос предлагает построение гипотез, каждая из них по мере высказывания учащимися записывается на доске. Затем проводится обсуждение гипотез, оценивается вероятность каждой из них. В дальнейшем, если этого требует логическая последовательность вопросов задачи, учитель предлагает учащимся продумать план и методику экспериментов по проверке правильности наиболее вероятных из высказанных гипотез.

В задачах другого типа учащимся может быть предложено дать объяснение конкретным фактам, полученным в результате проведенного учеными исследования; выявить неучтенные причины, которые могли исказить результаты работы, и т.д.

В процессе поисковой беседы, проводимой педагогом, школьники самостоятельно анализируют и исследуют ситуацию, уясняют внутренние связи и отношения между различными ее элементами.

Познавательная активность школьников, их попытки подойти к решению вопросов задачи с различных сторон должны поощряться и одобряться учителем. При этом положительной оценки, прежде всего, должны заслуживать неординарность мышления учащегося, гибкость и

аргументированность в анализе ситуации, точность обобщения, общая биологическая эрудиция школьника.

Таким образом, в процессе решения учащимися биологических и экологических задач исследовательского характера главное внимание преподаватель должен уделять созданию наиболее оптимальных условий для организации исследовательского мышления школьников.

Наиболее сложные и многоаспектные задачи исследовательского характера, требующие от школьника последовательного решения нескольких вопросов, наиболее целесообразно использовать во внеклассной работе, при проведении кружковых занятий. Рассмотрим на конкретном примере, как можно организовать работу учащихся с такой задачей.

Перед началом беседы педагог зачитывает условие задачи: *Исследователь высказал различные предположения (гипотезы) по поводу пения самца канарейки:*

1. *Пение кенара полностью наследуется (передается от родителей потомкам) и не зависит от «обучения» молодого самца у взрослого.*
2. *Пение кенара развивается в результате «обучения» молодого самца у взрослого, но не наследуется.*
3. *Основные качества песни наследуются, но имеет значение и «обучение».*

Условие задачи, если это необходимо, в тезисном виде записывается на доске. Затем учитель предлагает учащимся подумать над первым вопросом задачи: *«Какая из приведенных выше гипотез кажется вам наиболее вероятной и почему?»*

Если в решении задачи участвуют учащиеся старших классов, уже ознакомленные с основами эволюционного учения и генетики, они, как правило, быстро склоняются к третьей гипотезе и аргументировано отстаивают свой выбор.

Школьниками высказываются различные мнения; каждая из предложенных в задаче гипотез может найти своих сторонников. И в том, и в другом случае возникает необходимость продолжить дискуссию. Поэтому педагог задает второй вопрос: *«Как можно организовать и провести эксперимент по проверке правильности каждой из гипотез?»*

Обсуждаются условия, план эксперимента и его методика. Школьники предлагают получить выводок птенцов от пары канареек. Затем, после наступления самостоятельности у птиц, одного молодого самца из выводка оставить в той же комнате, где находится взрослый поющий кенар, а второго — перенести в другую комнату. В дальнейшем, через несколько месяцев, предлагается сравнить качество пения двух молодых кенаров, находившихся в разных условиях.



**Рис. 1. Поющий кенар. Фото с сайта YouTube**

Предлагая, в общем, правильный подход к решению проблемы, школьники обычно не учитывают двух моментов, на которых преподаватель может акцентировать внимание учащихся:

1. До наступления месячного возраста (когда канарейки становятся самостоятельными) молодые птицы могут слышать пение своего отца. Теоретически возможно, что уже в этот период молодые самцы способны запомнить некоторые колена из песни взрослого кенара, т. е. начать «обучение» у него. Без сомнения, это вносит серьезную погрешность в эксперимент.

2. Самку от самца у канареек можно отличить практически только по пению второго. Поэтому определить половую принадлежность птиц до достижения ими 3-5 месячного возраста (когда молодые самцы начинают активно петь) не представляется возможным. Как же выйти из этих затруднений? Можно, например, убрать самца канарейки еще до вылупления потомства. Тогда все обязанности по выкармливанию вылупившихся птенцов падают на самку, но в большинстве случаев она успешно справляется с ними, а молодые птицы с рождения не слышат пения взрослого кенара. Затем молодых птиц, достигших самостоятельности в месячном возрасте, переносят в другое помещение, а взрослого кенара возвращают к самке для получения второго выводка. Когда молодые самцы начинают активно петь, одного из них в отдельной клетке помещают в комнату, где находится его отец, а второго оставляют в помещении, где нет взрослых кенаров. Это и предлагали сделать школьники в начале дискуссии.

Уже само начало пения молодых птиц, находившихся в изолированном от взрослого кенара помещении, опровергает гипотезу о том, что пение молодой птицы полностью определяется влиянием «обучения» ее у

взрослого самца канарейки. Следовательно, развитие песни зависит либо только от наследственности, либо от совместного влияния наследственности и «обучения». Это и предстоит выяснить в дальнейшем.

Учитель должен подчеркнуть, что в процессе проведения эксперимента все условия, в которых содержатся «опытная» и «контрольная» птицы (кроме наличия или отсутствия рядом поющего взрослого кенара) должны быть одинаковыми. Желательно, чтобы комнаты одинаково освещались, чтобы в них поддерживалась одинаковая температура. Единными должны быть также режим и рацион кормления птиц, факторы беспокойства, другие условия. Клетки должны быть одинаковых размеров. Обсуждение значимости всех этих условий необходимо, поскольку лишь в этом случае у школьников формируется правильное представление о требованиях, предъявляемых к проведению научного эксперимента.

Далее педагог может поставить перед учащимися очередной вопрос: *«Каковы возможные результаты исследования? О чем могут говорить эти результаты?»*

Как отмечалось выше, гипотеза об определяющей роли «обучения» в становлении песни самца канарейки была отброшена после того, как молодые самцы начали петь, находясь в полной изоляции от взрослого кенара. В процессе поисковой беседы школьников можно подвести к формулированию следующих положений:

1. Если через несколько месяцев пение обоих молодых самцов одинаково хорошее – есть основание думать, что качества песни полностью наследуются, и «обучения» молодых птиц у взрослых самцов канареек не происходит.

2. Если не слышавший взрослого кенара молодой самец поет хуже, чем второй молодой самец – есть основание думать, что песня птицы зависит и от наследственности, и от «обучения».

Далее учитель сообщает, что в результате проведенного по предложенному плану исследования подтвердилась гипотеза о совместном влиянии наследственности и обучения на развитие песни у самца канарейки. Но здесь возникает вопрос о том, насколько можно верить полученному результату. Действительно ли он отражает реально существующую биологическую закономерность, или носит случайный характер? По существу, это вопрос об оценке научной достоверности полученных результатов. На первом этапе работы со школьниками этот вопрос может быть сформулирован следующим образом: *«Какие неучтенные причины могли исказить результаты исследования?»*

Поначалу этот вопрос вызывает у учащихся затруднение. Поэтому на первом этапе работы с биологическими задачами исследовательского характера, применительно к нашему примеру, можно остановиться лишь на некоторых из причин недостоверности полученных результатов:

1. Эксперимент проводился только на двух особях данного вида птиц. Это определяет большую вероятность случайности полученных результатов. Так, например, в «изоляцию» от взрослого кенара мог попасть более «одаренный» от природы певец, и его песня в этом случае может в конце эксперимента быть не хуже, чем песня птицы, имевшей возможность слушать взрослого кенара. Тогда исследователь может сделать ошибочный вывод о том, что развитие пения у молодых самцов только наследуется, но не зависит от «обучения». Педагог подчеркивает, что, стремясь избежать подобных ошибок, исследователь старается проводить эксперимент на возможно большем числе животных, разделяя их на «контрольную» и «опытную» группы (по 10–15 и более экземпляров каждая). В нашем случае проведение рассмотренного выше опыта с канарейками оправдывается тем, что в одном выводке этих птиц бывает всего по 4–6 птенцов, из них – 2–4 самца. Кроме того, содержание большого числа птиц в домашних условиях затруднительно.

2. Была проведена только одна повторность опыта, поэтому нет возможности для обобщения его результатов.

3. Оценка качества пения птиц проводилась человеком без использования регистрирующих приборов или специальной шкалы, а потому эта оценка весьма субъективна. Следовательно, здесь тоже сохраняется большая вероятность ошибки или неточности.

Таким образом, учащиеся подводятся к выводу о необходимости повторения исследования на многих птицах с использованием специальной методики регистрации результатов.

Подобная оценка достоверности полученных результатов необходима, поскольку она требует от школьников осторожно подходить к их трактовке, не допуская безответственного построения выводов.

Как видно из приведенного выше примера, вести поисковую беседу в процессе решения биологической задачи исследовательского характера довольно трудно. От учителя при этом требуется правильная последовательность постановки вопросов и точность их формулировок; умение создать благоприятный психологический климат; способность адекватно реагировать на каждое конкретное выступление того или иного учащегося; умение выдержать необходимую паузу в беседе, вовремя и ненавязчиво направить мыслительную деятельность школьников в нужное русло. Необходимы также психологическая гибкость и быстрота реакции учителя на незапланированные ситуации, которые в изобилии возникают в поисковой беседе и могут прогнозироваться заранее лишь в самых общих чертах.

Рассмотрим еще один пример. В реально проведенном учащимися исследовании выяснилось, что после кормления водная каспийская черепаха гораздо больше времени проводит на суше, чем до кормления. Этот факт

позволил педагогу сформулировать условие проблемной биологической задачи, которая была решена уже другими школьниками.

Условие задачи было таково: *«В результате проведенного исследования выяснилось, что сытая каспийская черепаха находится на суше гораздо дольше, чем она же, будучи голодной. Подумайте и ответьте на вопросы:*

- *Каким образом могли быть получены эти результаты? Предложите возможную методику проведения работы и регистрации результатов.*

- *Как можно объяснить факт, приведенный в условии задачи? Предложите наибольшее число возможных гипотез.*

- *Какие из предложенных гипотез кажутся вам наиболее вероятными и почему?*

- *Какие причины могли исказить полученные результаты?»*



**Рис. 2. Каспийская черепаха. Фото с сайта pofoto.club**

Учащимся сначала зачитывается условие задачи, а затем – ее первый вопрос. Далее дается время для обдумывания ответов, после чего школьникам предоставляется возможность поочередно выступить со своими предложениями.

Может быть высказана, например, следующая идея: *«Чтобы получить приведенные в задаче результаты, можно многократно фиксировать местоположение наблюдаемого животного сначала до кормления, а затем – после него. Потом нужно подсчитать количество регистраций животного на суше и воде до и после кормления, а результаты сравнить».*

Обсуждая второй вопрос, школьники могут испытывать определенные затруднения. В этом случае им предоставляется следующая дополнительная

информация: «Черепаша относится к холоднокровным животным с непостоянной температурой тела». Как правило, после получения дополнительной информации старшеклассники приходят к правильному объяснению наблюдаемого явления, которое можно выразить, например, следующим образом:

*«Вероятно, каспийская черепаха добывает корм преимущественно в воде. Будучи голодной, она много времени проводит в поисках корма в водной среде. Насытившись, черепаха выбирается на сушу и греется под лучами солнца (или его заменителя – электрической лампы), что повышает температуру тела этого холоднокровного животного и ускоряет процессы пищеварения».*

Данное объяснение поведения животного обычно оценивается учащимися как наиболее вероятное по сравнению с другими гипотезами, высказанными в процессе дискуссии.

Осуществляя поиск ответа на четвертый вопрос, школьники нередко называют следующие причины, которые могли привести к искажению полученных результатов:

- наблюдение проводилось только над одним животным или очень непродолжительное время, поэтому результаты могли быть случайными;
- в процессе работы не фиксировались проявления тех или иных факторов среды; избранная методика регистрации результатов исследования была недостаточно совершенна.

По существу, идет обсуждение научной достоверности полученных результатов.

Рассмотрим методику решения проблемных биологических задач исследовательской направленности еще на одном примере. На этот раз объект нашего обсуждения – лесные рыжие муравьи. Точнее, изучение их поведения в природе. Школьникам может быть предложена задача следующего содержания:

*В результате однодневного наблюдения выяснилось, что с ухудшением погоды активность муравьев на муравьиных тропах резко снижается.*

1. *Каким образом могли быть получены эти результаты? Разработайте возможную методику этого исследования.*

2. *Как можно объяснить результаты данного исследования? Изложите свои гипотезы.*

3. *Какие из высказанных гипотез кажутся вам наиболее вероятными и почему?*

4. *Какие причины могли исказить результаты исследования, сделать их недостаточно достоверными?*





**Рис. 3. Рыжие лесные муравьи. Фото с сайта macroid.ru**

В процессе обсуждения проблемы школьниками могут быть предложены различные способы изучения активности муравьев. Например, следующие:

1. Рядом с муравьиной дорожкой положить линейку. Первый период исследования проводить в хорошую погоду. В дневнике наблюдения отмечать, какое расстояние пробегает каждый муравей за 10 секунд, после чего подсчитать среднее расстояние, преодолеваемое муравьем за 10 секунд в хорошую погоду. Аналогичное наблюдение необходимо повторить в плохую погоду.

2. Около муравьиной дорожки воткнуть вертикально две палочки таким образом, чтобы они ограничивали собой отрезок длиной в 10 см. Этот отрезок должен быть расположен параллельно соответствующему участку муравьиной тропы. В процессе регистрации результатов учитывается время, за которое насекомое преодолевает 10-см отрезок пути. Около муравьиной дорожки можно воткнуть палочку, которая будет служить ориентиром в процессе проведения наблюдения. В определенном интервале времени (например, в пределах 15 или 30 минут) следует подсчитывать число муравьев, прошедших мимо ориентира. Результаты наблюдения удобно заносить в дневник.

Наблюдения желательно провести в хорошую и плохую погоду.

Педагог уточняет ответы учащихся, активно помогает школьникам формулировать предложения, направляет мыслительную активность учащихся. Затем, в процессе дальнейшей беседы, школьникам предлагается ответить на второй вопрос задачи, т. е. объяснить результаты, полученные в этом исследовании. Трактовка полученных результатов является одним из важнейших исследовательских умений. Объяснение полученных результатов требует от учащихся актуализации имеющихся у них знаний по биологии.

В своих выступлениях школьники нередко отмечают, что сильный дождь может привести к гибели муравьев, оказавшихся вне муравейника. Кроме того, в дождливую погоду все насекомые, которые могли бы служить пищей муравьям, прячутся, поэтому охота на насекомых в дождливую погоду не может быть успешной для муравьев, а, следовательно, она не имеет биологического смысла. Поэтому, по мнению учащихся, муравьи в дождливую погоду находятся в муравейнике.

Некоторые учащиеся отмечают, что понижение температуры воздуха перед дождем может привести к замедлению протекания различных процессов в теле муравья. Это понижает активность насекомого, в том числе скорость передвижения муравья по тропе, что, возможно, и было зафиксировано в процессе исследования.

Высказанные учащимися гипотезы в краткой форме записываются на доске, после чего обсуждается их вероятность. После окончания этой подготовительной работы школьники могут приступить к выполнению реального исследования, если его организация была запланирована педагогом.