



Как воспитать исследователя? (Из опыта организации исследовательской деятельности школьников)

Соловьёв Роман Борисович,

учитель естествознания и биологии, магистр педагогической психологии,
НП «Филипповская школа»

Исследовательская работа школьников, исследовательские проекты давно и прочно вошли в педагогическую практику и зарекомендовали себя одной из важных и эффективных форм обучения. Воспитание исследователя, человека мыслящего критически и творчески, не готового принимать на веру информацию даже из авторитетных источников, может быть названо одной из важнейших задач образования. Действительно, указанные качества востребованы не только в науке или вообще в интеллектуальной сфере. Критическое мышление исследователя необходимо для формирования гражданской позиции, а порой и для противостояния проявлениям тоталитарности как в «ближнем» окружении (например, в трудовом коллективе), так и в масштабах целого государства.

Однако вряд ли возможно воспитать исследователя, не прививая ему собственно навыков исследовательской работы. И в этой ситуации мы, педагоги, порой совершаем существенную ошибку: вместо настоящего исследования мы лишь «играем» в него. В нынешних условиях, когда наши ученики как будто «отравлены» нарочито учебными задачами, когда порой школа и родители отчётливо отгораживают их от задач реальных, игры в исследование, игры в учёных способны быстро и основательно дискредитировать это направление педагогической работы в глазах наших учеников. Избежать этой ошибки сложно. В нашей профессии всё столь многофакторно, что предложить панацею едва ли удастся. Но некоторых важных, на наш взгляд, средств попытаемся коснуться.

Прежде всего кажется крайне важным, чтобы в своих исследовательских работах наши ученики играли не столько роль лаборантов, сколько роль полноценных авторов. Действительно, с технической частью работы школьники, особенно старшеклассники, могут справиться не намного хуже настоящих учёных. У многих из них не только одарённые головы, но и «золотые» руки. Заметим здесь же, что и

в работе учёного кропотливая «добыча радия» занимает львиную долю времени. Получается, что ученики могут пройти почти весь путь к своему открытию с большой степенью самостоятельности. Но всё же отнести к этому пути как к исследовательской деятельности вряд ли можно. Вряд ли даже самое тщательное выполнение наших инструкций всерьёз связано с изначальной задачей — формированием критического творческого исследовательского мышления.

Конечно, взрослый может и должен помогать ребёнку на каждом этапе исследовательского проекта. И невозможно заранее точно определить, какой должна быть доля «взрослого» вклада. Но если мы продумаем, спланируем эксперимент за ребёнка, то сколь бы последний ни был самостоятельным в исполнении наших замыслов, наиболее важную педагогическую задачу мы, по-видимому, всё же не выполним.

Учителя, впрочем, в этой ситуации вполне можно понять: созданная система поощрений педагога опирается на весьма формальные критерии. Получается, что существующая система провоцирует работника образования стремиться к наиболее предсказуемому результату наиболее простым способом. Прежде всего — самому, без ребёнка разработать и спланировать эксперимент. Возможно, поэтому в некоторых «детских» исследованиях порой заметно, что дети «прокатились» по заранее проложенным рельсам без всякого собственного поиска. Очевидно, что взрослый, опытный, профессиональный человек может сделать великолепный «детский» проект, то есть имитацию такого проекта. Но чем это поможет детям, оставшимся при таком педагоге лишь пассивными исполнителями?

Итак, попытаемся наметить выход из этого круга. Попытаемся понять, откуда и как могут «расти уши» настоящих детских исследований. Увидеть проблему, увидеть неизвестное, требующее изучения, можно, только обладая знаниями. Причём

знаниями структурированными, где достаточное количество фактов уложено на соответствующие «умственные полочки». И роль учителя в этом трудно переоценить. Особенно важно, чтобы учитель оставлял некоторые полочки пустыми. Если дети находятся «в теме», они заметят эти зияния и зададут вопрос. Возможно, эти вопросы окажутся зародышами будущих исследований. Во всяком случае они тренируют внимание ребёнка к непознанному, учат видеть проблему.

Хорошо работает и известный методический приём учителя — «путаника»: учитель на полном серьёзе начинает рассказывать что-то заведомо неправильное, даже глупое. Например: «...как вы все, конечно, знаете, дети, Земля представляет собой диск и лежит на трёх китах...». Если в классе не найдётся никого, кто обратит внимание на «ошибку», то учителю стоит задуматься, насколько ему удалось воспитать в детях критическое мышление. Конечно, путать стоит с осторожностью, ошибки должны быть такими, чтобы дети могли их увидеть и распознать. Впрочем, воспитание критического мышления и зоркости к проблемам — задача долгая и кропотливая.

В контексте данной статьи мы предлагаем рассмотреть ситуацию, когда ученик уже определился с проблематикой своего исследования. Если его тема лежит в области естественных наук, то с большой вероятностью основным методом работы будет эксперимент.

На начальном этапе исключительно важно найти правильный баланс между педагогической помощью и ученической самостоятельностью. При этом стоит, как уже обсуждалось выше, не играть в исследование. Для настоящего исследования нужно так спланировать эксперимент, чтобы его результаты были убедительными как для самого экспериментатора, так и для его возможных оппонентов. Умелое планирование эксперимента в естественных науках — едва ли не основной ключ к успеху, к убедительности. Ключ не только для школьников, но и для опытных учёных. Одним из возможных рецептов сохранения баланса в системе «помощь — самостоятельность» может служить достаточно высокая степень абстрактности наших советов. Мы можем помочь наметить пути исследования, но лишь в самом общем виде. В нашем случае — мы можем показать ученику **основные правила планирования эксперимента**. А применить их к своим

задачам, спланировать дальнейшее исследование по этим правилам уже должен будет сам школьник. В этом случае, как кажется, соотношение взрослой помощи и детского творчества может сложиться гармонично.

Правила, о которых пойдёт речь, вытекают из самой логики исследования и вполне доступны для понимания, если излагать их доступным языком. Тот язык, который мы предлагаем, ориентирован на учеников младшей школы. Но, по опыту, так же можно вести объяснение и для школьников постарше, а порой и помладше. Начать, видимо, стоит с введения некоторых терминов. Например:

- то, с чем мы экспериментируем, пусть называется **объектом** исследования;
- то, что именно мы в нашем объекте изучаем, — **предмет** исследования;
- то, что мы делаем с объектом, назовём **воздействием**.

Этот список можно продолжать, сообщаясь с конкретной ситуацией, конкретным содержанием исследования.

Итак, если мы хотим что-то узнать про объект, то эксперимент — один из лучших способов это сделать. Экспериментирование — это не просто наблюдение. Эксперимент — это спланированное и проведённое нами воздействие на объект в известных (модельных) условиях. При этом самое важное — определить и записать, зафиксировать реакцию объекта, то есть те изменения, которое наше воздействие вызвало. Ведь по этому ответу, по этой реакции, по изменениям мы и сможем что-то понять, сделать выводы. Но как бы мы ни воздействовали, какой бы объект ни брали, всегда стоит сомневаться: правильно ли мы всё сделали, больше ли мы теперь, после эксперимента, стали понимать про наш объект или мы никаких убедительных выводов не можем сделать.

Чтобы всё-таки нам не зря экспериментировать, а узнавать новое, неизвестное и убеждать других в наших выводах, нужно заранее знать про **три великих сомнения любого эксперимента**. Перейдём к ним.

Сомнение первое. Мы (а также и наши оппоненты) можем предположить, что изменения и вообще все события нашего эксперимента получились не из-за нас, не из-за нашего воздействия, а произошли сами по себе. То есть мы должны задаться вопросом: что если все изменения объекта случились бы в любом случае сами, даже если и эксперимента бы не было?..



Ответ на первое сомнение. Когда мы планируем эксперимент, мы должны взять несколько похожих объектов и разделить их на две группы. На одну группу мы будем воздействовать. Её называют *опытной*, или экспериментальной, группой. На другую же группу никакого воздействия оказано не будет. Её называют контрольной группой, или просто *контролем*. Если изменения произошли только в опытной группе, а в контроле ничего не изменилось, то, скорее всего, причина изменений — наше воздействие. А без воздействия в контроле изменений нет. Таким образом, мы получили **первое правило** планирования: в каждом эксперименте должны быть «опыт» и «контроль»!

Приведём пример: Возьмём чайник. Если мы нальём в него воду и поставим на огонь, вода в нём закипит. Значит, это было действие огня? А вдруг он закипел бы, даже если бы его не нагревали? Надо взять хотя бы пару одинаковых чайников. Налить в них воду из одного и того же крана или ведра. Потом один нагревать, а другой — нет. Конечно, мы понимаем, что закипит только тот чайник, что на огне. Но именно так мы можем точно проверить в эксперименте, правда ли результат получился не сам собой, а от воздействия. В эксперименте же всё будет не так ясно, как в нашем примере с чайником.

Сомнение второе. Не исключено, что мы воздействовали на объекты не одним воздействием, а сразу многими? При внимательном рассмотрении всегда оказывается именно так. Тогда непонятно, что именно в нашем воздействии привело к изменениям, какая его часть, какая его составляющая?

Ответ на второе сомнение. Эксперимент нужно планировать так, чтоб по воздействию опыт и контроль различались бы только чем-нибудь одним! Это второе правило планирования эксперимента, оно называется **правилом единственного отличия**. Не всегда можно добиться единственного отличия, так как наши экспериментальные воздействия обычно содержат сразу много составляющих. Правило единственного отличия (опыта от контроля) требует от экспериментатора большой изобретательности. Для примера можно взять те же чайники, о которых мы уже говорили. А вдруг они будут разной формы или разного цвета? Вдруг мы не сможем найти два одинаковых? Вдруг у нас один чайник жёлтый и большой, а второй, который мы поста-

вим на огонь, — синий и маленький? Тогда какой-нибудь сомневающийся коллега может сказать: «один чайник закипел не от того, что он нагревался на плите, а от того, что он был синеньким и маленьким». С чайниками-то всё понятно. Цвет и размер ни при чём, это просто шутка. А в настоящем эксперименте мы можем вправду запутаться, что именно привело к изменению. Только правило единственного отличия опыта от контроля даёт убедительный ответ на второе сомнение.

Сомнение третье. Возможно, те изменения, которые получились вследствие нашего воздействия, — первый, последний и единственный случай таких изменений во Вселенной. То есть мы наблюдали не закономерность (устойчивую связь явлений), а случайное событие. Но в исследовании нас в первую очередь интересуют как раз не единичные случайные события, а, наоборот, процессы и явления, всегда повторяющиеся. Такие явления, которые всегда случаются, если мы делаем из эксперимента в эксперимент строго одно и то же, называют воспроизводимыми. Воспроизводимость в настоящей науке — одно из важнейших требований к опыту. Воспроизводимость означает, что явление, наблюдаемое в определённых условиях в одной лаборатории, должно повториться в тех же условиях в другой лаборатории. Как же определить, было ли наблюдаемое явление закономерным, воспроизводимым?

Ответ на третье сомнение. Очень важно спланировать весь эксперимент так, чтобы провести его несколько раз (то есть провести несколько серий опытов). Причём лучше в каждой серии брать сразу много объектов, как в опытном, так и в контрольном этапе. То есть, если возвращаться к нашему примеру, чайников для эксперимента надо взять много. Иначе мы рискуем узнать о кипении только одного-единственного чайника. Или, по крайней мере, не сможем доказать, что все чайники будут кипеть, если налить в них воду и поставить на огонь. Если большое количество одинаковых или очень похожих объектов демонстрировали в одинаковых же условиях одинаковые реакции, то мы можем утверждать, что наше воздействие приводит к закономерным изменениям, а не к случайным.

Когда исследователи экспериментируют с большим количеством похожих объектов, то они называют это «набрать статистику». Достаточная статистика — важнейшее правило, которое тоже необходимо

учитывать при планировании эксперимента. Особое внимание стоит уделять подбору одинаковых объектов. Для убедительности бывает желательно поставить эксперимент со всеми объектами данного вида, которые есть во Вселенной. Но сделать это в большинстве случаев невозможно. Тогда мы берём те объекты, которые достаточно хорошо смогут представлять собой всех остальных. Например, мы не можем исследовать все чайники (клёны, заводы, симфонии) на планете. Но тот или иной вывод про все чайники (клёны, заводы, симфонии) мы можем сделать, проведя эксперименты с несколькими из них. Важно, чтобы эти представители были типичными, настоящими чайниками (клёнами, заводами, симфониями). Учёные называют это представительной, или репрезентативной, выборкой. А всю совокупность объектов (в нашем примере — все чайники планеты Земля) — генеральной совокупностью. Исследование сможет быть убедительным, если мы показываем и объясняем, почему нашу выборку можно считать репрезентативной. То есть почему те объекты, которые мы выбрали для исследования, достойно и полноценно представляют все похожие объекты, всю генеральную совокупность. Объяснить бывает не просто, но надо быть готовым, что об этом спросят ученики, познакомившись с исследованием.

Полученные результаты необходимо тщательно записывать. Мы настоятельно советуем вести журнал экспериментов — тетрадь, куда записывается вся информация о них. В журнале стоит указывать для каждой серии опыта, по крайней мере, следующее: дату исследования (дату начала опыта и дату самих измерений — если они не совпадают), сколько было взято объектов и каким было воздействие, таблицу с измерениями.

Если мы не «играем» в исследование, то мы должны быть готовы предоставить оппонентам журнал экспериментальной работы. Таблицы с результатами эксперимента — наиболее ценные научные материалы. Но сделать выводы по длинным таблицам с числами очень сложно. Необходимо обрабатывать полученные результаты с помощью формул математической статистики. Эти формулы не всегда надо знать наизусть, так даже такие общеизвестные программы, например Excel, могут по ним «обсчитать» ваши результаты.

Мы советуем в каждом эксперименте вычислять (определять) следующие показатели:

- среднее арифметическое (для опыта — отдельно, для контроля — отдельно);
- дисперсию (разброс данных) в опыте и в контроле;
- чтобы ваши выводы были вполне убедительными, можно ещё показать, что отличие опыта от контроля достоверно. То есть, что опыт и контроль различаются закономерно, а не случайно.

Всю математическую часть можно тоже показать школьнику в самом общем виде, так как программы смогут обработать данные, не требуя от пользователя серьёзных знаний математической статистики.

Для того чтобы школьник мог самостоятельно выполнять не только «лаборантскую» часть исследовательской работы, но и самостоятельно планировать сам ход исследования, можно показать ему в общем виде те правила, которые помогут ему сделать исследование убедительным. Эти правила позволяют предвидеть типичные вопросы, которые можно задать по результатам экспериментов. Предвидеть ещё до проведения самого исследования. Поэтому данные правила планирования экспериментов позволяют получать убедительные результаты. ☐