

# ПРИНЦИП ПРОБЛЕМНОСТИ в учебном процессе

**Валентин Сергеевич Идиатулин,**  
*доцент, кандидат физико-математических наук*

Познавательной активности более всего способствуют те виды учебной деятельности, которые приводят учащихся в состояние, характеризуемое противоречием в знаниях, побуждающим устранить его. Разрешение противоречий воспитывает личностные качества учащихся, тренирует мышление, которое в проблемной ситуации только и включается. Обучение способствует раскрытию интеллектуального потенциала, если оно обращено к познавательным противоречиям как к источнику активизации мысли.

• *познавательные противоречия* • *проблемная ситуация* • *учебно-познавательная проблема* • *личностный смысл* • *дидактическая реконструкция* • *методологический анализ*

## Поиск истины

Обучение лишь частично обусловлено способностями учащихся, в основном же оно определяется их эмоциональным состоянием, которое может создавать учитель. Среди различных подходов одним из действенных остаётся проблемность обучения, при которой интерес основан на содержании изучаемого материала. Часто утверждается, что в средней школе проблемность не прижилась из-за неоднородности учащихся, а переложение учебных курсов в проблемном ключе невозможно, его использование происходит фрагментарно. Сразу же отметим, что эффективная учебная демонстрация не менее фрагментарна, однако значительная часть занятия может быть построена на её основе. Такую композиционную роль сыграют

и удачно созданные проблемные ситуации. Относительная однородность учащихся достижима в профильных классах и школах, а также в системе довузовской подготовки.

Причина возникновения проблемных ситуаций часто кроется в ошибках учащихся. Многие из этих ошибок обусловлены неосведомлённостью, незнанием или заблуждениями, гораздо больше — погрешностями запоминания, меньше ошибок происходит в результате нарушения последовательности действий, контроля деятельности. На ошибках учатся и чаще всего на своих. Бывают ошибки, типичные для большей части учащихся. Различные уровни проблемности зависят от степени соответствия знаний, умений и личностных свойств учеников требуемому уровню. Саморазвитие способности к поиску помогает вскрывать потенциальные возможности, позволяет испытать радость открытий,

получить удовлетворение от преодоления препятствий.

Для роста необходимо не столько мышление, сколько размышление, которое можно впустить в учебный процесс, если предусмотреть растянутое во времени разрешение учебно-познавательных проблем, которое потребует подключения памяти, общения с прошлым опытом, активного поиска нового. Познавательная активность максимальна в экстремальных условиях, когда эмоциональное воздействие придаёт поведению конкретную направленность. Внутренняя активность не может быть всеохватной. То, что воодушевляет одного, не затрагивает другого. Познавательная активность невелика как при недостаточной подготовленности учащегося к восприятию, так и вследствие его чрезмерной осведомлённости.

Принцип проблемности основан на понятии научной или учебной проблемы, сутью которой является противоречие. Причём не формальное противоречие следствия исходным посылкам, а противоречие диалектическое, которое затем разрешается и продвигает познание. Проблемное обучение проигрывает информационному в передаче фактов, но, обучая мыслить, решает в корне недоступные тому задачи. Обучение нужно строить и понимать как возникновение и разрешение противоречий. Этот естественный для научного познания путь должны проходить и учащиеся. Любая научная проблема уже содержит реальные противоречия изучаемых объектов, противоречив сам процесс познания вообще, а, кроме того, противоречия имеются в знаниях каждого конкретного ученика. Эти три возможности объективно созданы для конструирования проблемных ситуаций, которые могут моделировать внутренние противоречия самой науки и учебной дисциплины, строиться на недостаточном или одностороннем её понимании, либо на опыте и знаниях учащихся. Можно вспомнить всё, чем были обусловлены собственные ошибки при поиске истины, а также посмотреть на них глазами ученика, знания которого, выстраданные на пути проб и ошибок, станут для него родными и прочными. Можно и управлять этим процессом, дидактически реконструируя такие ошибки и проблемы, на которых учиться продуктивнее.

### Этапы проблемной ситуации

Подготовительный этап должен быть посвящён анализу имеющихся знаний учащихся, на основе которых будет строиться проблемная ситуация. Затем наступает время непосредственной подготовки противоречия: средства его выявления зависят как от вида учебного занятия, так и от характера противоречия. Это могут быть лабораторный или демонстрационный эксперимент, описание реального или гипотетического явления, мысленный анализ. На занятиях используют учебные задачи с невыделенным явно неизвестным, с неполными или избыточными данными, с противоречивыми данными, с бессмысленным формальным решением, с отсутствием решения, с множеством решений, с противоречивым, неприемлемым или неожиданным результатом и т.п.

На следующем этапе необходимо спрогнозировать вероятную реакцию учащихся на противоречие, их оценку проблемной ситуации, возможные гипотезы для её разрешения, степень их затруднения. Это позволяет проектировать пути разрешения противоречия. Можно полностью это предоставить учащимся либо содействовать им наводящими вопросами, подсказать возможные ответы, указав направление мысли, перенести на другое занятие, давая возможность поломать голову самостоятельно, либо разъяснить все ошибки и недоразумения и обосновать правильный результат, сочтя класс достаточно эмоционально и интеллектуально подготовленным к его восприятию. Завершающий методологический анализ позволит выявить причины возникновения противоречия, механизмы его проявления, сделать необходимые обобщения и сформулировать практические выводы и рекомендации.

Иногда неизбежно столкновение житейского опыта или так называемого здравого смысла с научными данными.

Сомнения в правильности результата возникают в самых простых ситуациях. Так, увеличение на один метр длины провода, опоясывающего земной шар и футбольный мяч, приводит к одинаковому радиальному зазору между новым и старым положениями. Если влажность овощей составляла 99%, то усушка до 98%, т.е. всего на один процент, ведёт к уменьшению их массы наполовину.

В преподавательской деятельности широкое применение получили разные способы создания и разрешения проблемных ситуаций<sup>1</sup>. Здесь и сообщение отдельных ранее неизвестных слушателям фактов, использование противоречия между ними и имеющимися знаниями, ошибочные оценки и суждения учащихся, попытка объяснить факты на основе известных теорий, выдвижение и проверка гипотез, предоставление возможности самостоятельно найти решение проблемы, использовать дополнительную литературу. Успешно применяются парадоксы, софизмы, экспериментальные задания, занимательные задачи, которые включают постановку вопроса, способствующего возникновению проблемной ситуации, наводящий вопрос и подсказку. Наводящий вопрос предназначен для актуализации памяти ученика на решение проблемы, понижение меры её сложности до уровня, допускающего её разрешение; дальнейшее снижение этой меры даёт неполная подсказка, не содержащая окончательного решения.

### Роль построения определений в учебном процессе

Наука формирует понятия, учебная дисциплина формулирует их определения. Так, частотой обычно называют число оборотов (колебаний) в единицу времени, плотнос-

<sup>1</sup> Идиатулин В.С. Принцип проблемности в когнитивной технологии обучения. Ижевск: ИжГСХА, 2003. Библиотека журнала «Образование: Исследовано в мире». М.: OIMRU, 2005.

тью — массу единицы объёма. Мощность определяют как работу, совершаемую в единицу времени. Такие определения очень часто используются в учебной литературе, к ним привыкли и учителя и ученики. Проблема выявляется и осознаётся при попытке вскрывать противоречие в ответах ученика на вопросы, о какой конкретно единице идёт речь, какой системе единиц, дольной или кратной единице, почему именно такой, и если такой, то почему она не была названа сразу и т.д. Определять скорость как путь, проходимый за единицу времени, не советовал ещё профессор О.Д. Хвольсон: «В школе вас так учат, а я вам скажу, что скорость есть скорость, путь есть путь, и ничего общего между ними нет». Только окончательно зайдя в тупик, можно прийти к непротиворечивым и осознанно содержательным определениям вводимых понятий: частота есть не число колебаний, а его отношение ко времени, за которое они происходят. Плотность вещества — это отношение его массы к занимаемому им объёму. Мощность равна отношению работы ко времени её совершения. Таким образом, вводимые величины определяются как производные от других, с которыми они связаны, и не зависят от выбора каких-либо условных единиц. Напротив, единицы величин устанавливаются на основе тех же определяющих уравнений, что и сами величины, и это уже не вызывает недоразумений: герц — это частота, при которой происходит одно колебание в секунду; ватт есть мощность, при которой за одну секунду совершается работа в один джоуль и т.п.

Векторная физическая величина в учебной и справочной литературе обычно определяется как характеризующая численным значением, единицей и направлением. Стало быть, векторами являются и все потоки: ветер (поток воздуха), струя (поток воды), электрический ток (поток заряда), луч света (поток фотонов). Попытка применить к ним правила

векторного сложения явно приводит к противоречию в случае равных по модулю векторов противоположного направления, когда их векторная сумма равна нулю, а действительный результат, естественно, иной. Дополнение определения вектора правилом геометрического сложения уточняет сущность этого понятия.

Понимание важной роли построения определений в учебном процессе не находит широкого отражения в учебной и методической литературе. Нужны схемы, которые предусматривают полное и ясное описание признаков понятий, передают логику познания и способствуют познавательной деятельности обучаемых. Творческий характер построения определений по таким схемам требует умственных усилий для преодоления стереотипов традиционных формулировок. Выработанное при непосредственном участии обучаемых определение позволит чётко понимать его внутреннюю логику, полнее раскрывать содержание понятия, т.е. совокупность признаков, выделяемых в классе входящих в его объём объектов. Особенно эффективно перед введением какого-либо нового для аудитории понятия создать проблемную ситуацию вместо того, чтобы декларативно его излагать с последующей иллюстрацией. Любое понятие раскрывается в процессе усвоения, обсуждения и использования; его объём и содержание трудно унифицировать даже в рамках разных разделов курса, а тем более в многочисленных приложениях. Понятия углубляются, уточняются и пересматриваются, поэтому закрепление их в застывшей форме вредит образованию. Дидактические приёмы корректного введения понятий опираются на умения соотносить получаемые знания с приобретённым личностным опытом, они в полной мере могут быть приложены к обучению. Усвоению нового понятия способствует создание проблемной ситуации, разрешение которой потребует его введения.

Дидактическая реконструкция понятия посредством разрешения проблемных ситуаций развивает мышление обучаемых от обыденного уровня к научному, способствует осознанному пониманию. Глубокое понимание определений облегчает усвоение законов науки, раскрытие сущности количественных соотно-

шений. Выработанное совместно с учащимися как выход из проблемной ситуации, определение надолго останется в их памяти при осознании всей его внутренней логики. Происходящая при этом вербализация понятия способствует воплощению его значения в личностный смысл. Определения понятий должны стать естественным итогом процесса изучения свойств объекта, закономерным выводом из усвоения многообразных внутренних связей и целостности системы, в которую входит понятие.

Проблемную ситуацию можно подготовить, сравнив результат решения простой задачи с реальностью. Так, известны рекордные значения средней скорости разбега спринтера (около 10 м/с у мужчин и 9 м/с у женщин) и высоты прыжка с шестом (около 6 м у мужчин и 5 м у женщин). Применив к разбегу и прыжку закон сохранения энергии ( $mV^2/2 = mgh$ ), придём к противоречию: для рекордного прыжка мужчине надо разбежаться со скоростью около 11 м/с, а рекордная скорость бега позволяет взять высоту лишь около 5 м (женщине около 4 м). Чемпион по прыжкам с шестом должен бегать быстрее чемпиона по бегу! Чтобы не затягивать с разрешением противоречия, стоит порекомендовать изобразить траекторию разбега и прыжка на рисунке, и сразу проявится причина расхождения с реальностью — чаще всего прыгун изображается точкой, ползущей (трудно назвать её бегущей) по линии разбега. Далее станет ясно, что на 5 м поднимается центр масс прыгуна (4 м прыгуньи), при разбеге он уже находится на высоте около 1 м, и все описанные проблемы разрешены.

Противоречивой становится любая физическая модель на границах области своей применимости, что часто помогает их устанавливать. Можно начать готовить противоречие с простого

вопроса: «Как зависит плотность идеального газа от температуры при изохорном процессе?»<sup>2</sup>. Тот, кто знает, что плотность равна отношению массы к объёму, сразу ответит, что плотность постоянна, так как неизменны в этом процессе и масса и объём.

Стоит чуть изменить содержание вопроса: «Как зависит плотность идеального газа от температуры при изотермическом процессе?»<sup>3</sup>, сразу же возникает проблема — разве может что-то вообще зависеть от постоянной величины (и при этом меняться, как это происходит с объёмом и плотностью в таком процессе). Конечно же, зависимость от константы как параметра процесса возможна, но температура на изотерме неизменна. Разрешить сложившееся в сознании противоречие поможет подсказка: предложить изобразить сначала изотерму на диаграмме «объём — температура» (это знакомая вертикальная прямая). Затем построить зависимость от температуры величины, обратной объёму (тоже вертикальная прямая) и наконец величины, пропорциональной ей, т.е. плотности.

При изучении вращательного движения полезно напомнить, что живём мы во вращающейся системе отсчёта и озадачить учащихся некоторыми утверждениями. Так расстояние между точками может оставаться неизменным, хотя они и движутся с разными по модулю, но одинаково направленными скоростями. Относительная скорость двух точек может быть постоянной, хотя они и движутся с разными по модулю одинаково направленными ускорениями. Действительно, для находящихся почти на одном меридиане городов Хельсинки и Найроби скорость составляет около 230 м/с, тем не менее, расстояние между городами не изменяется.

Со школьных времён недоумеваем: с какой силой лошадь тянет телегу, с такой же силой и телега тянет лошадь — согласно третьему закону Ньютона. Кто же перетянет? Тот, кто сильнее упирается! Внутренние силы не изменяют состояние движения

системы. Усвоив этот закон, учащиеся приходят к утверждению о некорректности постановки задач о канате, который тянут с двух сторон разными силами.

При замене каната динамометром, который на своей шкале показывает, с какой силой растянута его пружина<sup>2</sup>, возникает практически важный вопрос — с какой же? Что покажет динамометр, если одна из сил равна нулю? Дать правильный ответ может каждый, кто знает твёрдо, что под действием суммы приложенных сил все тела (в том числе и канат и динамометр) приобретают ускорение согласно второму закону Ньютона.

Про этот закон и учёные до сих пор спорят — закон это или просто определение силы. Да и действует он зачастую наоборот: на крутом повороте автомобиля или автобус заносит или он наклоняется (иногда переворачивается) не в сторону действия силы (трения), а прямо в противоположную, а велосипед и мотоцикл наоборот — наклоняются в сторону поворота.

С работой и энергией связано немало недоразумений. Так считается, что на совершение работы всегда расходуется энергия, а на деле бывает наоборот: можно энергию отнять (охладив сосуд с водой или длинную нагретую проволоку), а работа совершится (сосуд будет разорван льдом, а проволока сократится и переместит прикреплённый груз либо растянет пружину).

В школьных учебниках нет единства в формулировках закона Архимеда для жидкостей и газов: выталкивающая сила в одних определяется весом вытесненных жидкости или газа, а в других — силой их тяжести<sup>3</sup>. Проще вспомнить, что вес — это сила, с которой тело действует на опору, в данном случае на жид-

<sup>2</sup> Методологические, дидактические и психологические аспекты проблемного обучения физике: Тез. докл. II Всесоюз. науч.-метод. конф. Донецк: ДонГУ, 1991. С. 109–111.

<sup>3</sup> Там же. С. 76.

кость, а выталкивающая сила действует со стороны жидкости на тело, их модули равны согласно третьему закону Ньютона, поэтому выбор в пользу веса несомненен. Тем не менее, и это не всегда так — вес вытесненной жидкости пренебрежимо мал в сосуде, форма и размеры которого такие же, как у плавающего тела (подтаявший у стенок сосуда лёд) — выталкивающая сила определяется не весом, а давлением тонкого слоя вытесненной телом жидкости, которое может быть достаточно велико, как в известном гидростатическом парадоксе.

С давлением в жидкостях связано немало острых проблем. Так, с трудом удаётся воспринять, что в заполненном жидкостью закрытом сосуде давление на дно возрастает вдвое после того, как маленький пузырек воздуха поднимется со дна на поверхность<sup>4</sup>. Действительно, в исходном состоянии давление в пузырьке равно давлению столба жидкости у дна сосуда, т.е.  $\rho gh$ . Поскольку жидкость практически несжимаема, то ни её объём, ни объём пузырька не изменятся при его всплывании на поверхность, следовательно, не изменится и давление воздуха в нём. Такое же давление действует и на поверхности жидкости, на дне к нему добавится давление столба жидкости, и в итоге давление жидкости на дно сосуда станет равным  $2\rho gh$ , т.е. вдвое больше исходного.

Уверовав в принцип относительности Галилея, школьник не сможет объяснить, почему при рассмотрении движения скатывающихся с го-

ры санок в системе отсчёта, движущейся с их конечной скоростью, их полная механическая энергия после скатывания стала равна нулю, а до него была вдвое больше потенциальной, в то время как в неподвижной системе отсчёта полная энергия сохранялась.

При обучении в школе часто закрепляется убеждение, что работа сил трения всегда отрицательна, т.е. она ведёт к уменьшению кинетической энергии движущихся тел, хотя именно благодаря трению о землю происходит ускорение и движение транспортных средств и живых существ. Так, многих ставит в тупик предложение указать направление силы трения при ходьбе человека с постоянной скоростью: если она противоположна скорости, то будет уменьшать её, если направлена в ту же сторону, то увеличит. Разрешает противоречие наличие двух ног, одна из которых отталкивается от земли в начале каждого шага, а другая упирается в неё в конце; одновременно выясняется и причина неравномерности движения пешехода. Этот же подход опровергает утверждения авторов многих учебных пособий о наличии в природе каких-то сил тяги автомобилей — это как раз и есть силы трения их ведущих колёс о землю, именно они ускоряют движение при разгоне автомобилей, уравнивают силы сопротивления при их движении с постоянной скоростью. **НО**

<sup>4</sup> Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1972.