

2. Моделирование в естествознании

*«Эта тётя и эти дяди что, совсем ничего не знают?!
Всё вопросы нам задают...»*

(Первая детская реакция на игры в моделирование)

(5–6 классы)

1. Задача на моделирование:

«Греет ли солнце под водой?»

Команда 5–6-х классов вернулась с международной олимпиады 1996 года школ развивающего обучения. Встреча с Москвой, знакомство со школьниками городов России и ближнего зарубежья, надежды и разочарования, победы и промахи в состязаниях – незабываемые впечатления. И твёрдое намерение – ликвидировать все «белые пятна», выявленные олимпиадой: тогда уже в следующий раз – мы им покажем! Главное, что вызвало растерянность и уныние – никто из участников олимпиады не справился с заданиями, для решения которых **требовалось построить модель** как средство объяснения некоего явления.

Задания были такие:

1. *Ответить на вопрос: греет ли солнце под водой?*
2. *Объяснить, почему луна нам кажется большой, когда находится низко над линией горизонта, а когда висит высоко в небе, выглядит значительно меньше.*
3. *Дымящаяся сигарета лежит на краю стола и покачивается. Объяснить, почему вблизи неё образуются кольца дыма.*

Способность моделирования – основная, базовая способность профессионального физика. Для обычного человека в этом есть нечто мистическое. Сотни людей знают, что если железный прут одним концом поместить в костёр, то другой конец очень скоро обожжёт руку, но только физик за этим явлением видит увеличивающуюся скорость движения мельчайших частиц. Мы уже перестали удивляться чудесному явлению: нажимаешь выключатель – загорается лампочка под потолком. И только физик «видит» за этим направленное движение заряженных частиц.

Однако моделирование сегодня необходимо не только физику или инженеру. Профессионалам требуются самые разные модели: организационных отношений в коллективе, государственного

устройства, экологических, социальных и исторических процессов. Список можно было бы продолжить, но и так очевидно, что учить моделированию необходимо. Только делать это совсем не просто, иначе и результаты конкурса моделирования на олимпиаде были бы другие. Что же это за способность – строить модели?

Урок моделирования мы спроектировали и провели вместе с учителем географии школы № 4 города Мегиона Августой Павловной Орловой с помощью коллектива педагогов, осваивающих мыследеятельностную педагогику.

«Итак, **греет ли солнце под водой?**» – этот вопрос был задан ученикам пятого класса. – «Свой ответ вы должны сопроводить рисунком. У кого есть версии, пожалуйста к доске!»

Требование зарисовать свою версию имеет принципиальное значение при обучении моделированию. Смысл устного высказывания очень сложно ухватить, сложно обсуждать и критиковать, он ускользает от понимания в силу своей многоплановости и неоднозначности. Смысл же, схваченный в рисунке (схеме), не только более понятен, главное – в рисунке или схеме фиксируется то существенное, что должно стать предметом дальнейшей работы. За счёт уточнения, преобразования исходного рисунка, с одной стороны, и разбора используемых понятий, с другой стороны, первоначальный рисунок может быть доведён до модели.

Первую версию изложила **Настя**:

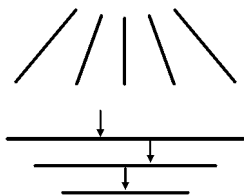


Рисунок Настя

– Лучи нагревают сначала поверхность, а затем нижние слои, и уходят до дна.

– *Настя, а почему лучи не нагревают воздух, проходя через атмосферу, оставляя её холодной? Более того, чем ближе к солнцу, тем воздух холоднее, например, в горах.*

Маша: Действительно, воздух от земли нагревается.

Резеда: Лучи не доходят до дна, они остывают. Не все доходят.

– *Нарисуй, как это происходит.*

Маша: Можно я своё решение расскажу? Я думаю, что лучи нагревают только поверхность воды, а поверхность уже нагревает воду дальше... Это так же, как плита нагревает сковородку, а сковородка разогревает пищу.

Миша: А куда деваются лучи солнца?

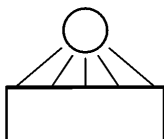


Рисунок Маши

Маша: Они от поверхности отражаются обратно.

Миша: А почему тогда под водой всё видно, когда ныряешь? По твоей модели должно быть тепло, но абсолютно темно!

Маша: Надо подумать.

Диалог Маши и Миши представляет классический образец критики модели путем выдвижения контрапримера¹. Критика может быть развернута только тогда, когда идея модели четко выделена.

В данном случае идея Маши в том, что верхний слой воды непроницаем для солнечных лучей и поглощает тепло.

Критика модели выдвижением контрапримера отличается от критики, которая основывается на чисто мыслительных доводах, например, обращения к логической связи тезиса и аргументов.¹

Контрапример следует искать не в идеальной действительности мышления, где существуют модели, а в реальности природных явлений. Контрапример, выявив слабое место модели, сокрушает её и стимулирует появление усовершенствованной или вообще новой модели.

Учитель должен организовать критику неадекватной модели. Если контрапример выдвигает ученик, важно его увидеть в букете высказываний детей, выделить, повторить, оформить так, чтобы поняли все. Если дети не смогли построить критику, педагог должен сделать это сам, подобрав контрапример.

Класс бурно обсуждал богатую реальность подводного мира:

- Под водой ведь есть свет, и жизнь там есть, значит тепло.
- Может быть, воду земная кора греет, ядро-то земли горячее.
- Тогда чем глубже, тем вода бы была теплее, а это не так...
- А ты откуда знаешь, какая на глубине температура?
- *Вы забыли вопрос! Нас интересует не что греет воду в морях и океанах (источников тепла может быть довольно много, например, тёплые течения или подводные вулканы); мы выясняем, греет ли солнце под водой.*

Напоминание условия задачи, которую необходимо решить, не помогло. Ребятишки продолжали вспоминать о воде всё, что им известно по собственному опыту.

– Мелкие речки почему-то лучше прогреваются.

– Лучшее всего – лужи, а речки бывают мелкие, но холодные, особенно в горах.

– Это ледники тают, или ещё – ключи холодные бывают.

– А в море верхний слой тёплый, а нижние холодные. Почему?

¹ См. И. Лакатос. «Доказательства и опровержения». – М., 1967.

Это поле обсуждения очень интересно для детей, оно порождает всеобщую активность, но оно непродуктивно в отношении нашей задачи – построить модель вполне определённого явления. Богатый опыт и информация о жизни мирового океана здесь только мешают: слишком много факторов действует в каждом сюжете. Учитель должен помочь детям выбрать наипростейший случай, в котором будет **только вода и солнце**, и ничего лишнего. Необходимо искусственно ограничить рамки анализируемого явления.

– Давайте отвлечёмся от размышлений о морях, реках и болотах. Нам важно понять, как ведут себя солнечные лучи в воде – неважно, в чашке или Охотском море. Уберём из рассуждений всё лишнее. Представим себе большую глубокую банку, наполненную водой, на которую ничего, кроме солнечных лучей не действует. Конечно, это невозможно на самом деле. Но мы с вами запомним, что специально сконструировали этот **искусственный мыслительный объект**, чтобы понять суть явления. А потом не забудем вернуться к реальности природы.

А версии ребят пока определяются воспоминаниями об отдыхе на море.

Ян: Лучи бывают более сильные и слабые. До дна доходят только самые сильные, их мало. Поэтому на дне холоднее, чем на поверхности...

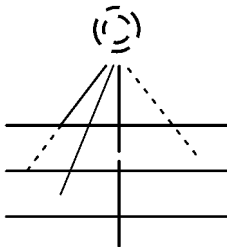


Рисунок Яна

– Модель Яна претендует на объяснение того факта, что на глубине вода холоднее, чем на поверхности. Действительно, до глубокого места доходят только редкие сильные лучи, причем слабеющие по дороге. Но если даже допустить, что лучи солнца имеют разную силу (хотя это неочевидно и требует обоснования), всё равно надо объяснить, что именно в воде ослабляет, задерживает лучи. Почему это происходит в воде, но не происходит в воздухе? Этот же вопрос мы уже задавали Насте. Подумайте, ведь вода почти такая же **прозрачная** как воздух.

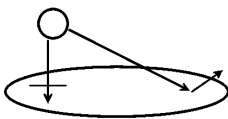


Рисунок Миши

Миша: Я знаю, почему лучи разной силы. Посмотрите. Вот большое озеро. Над ним солнце. Те лучи, которые падают прямо вниз – сильные, они воду пронзают. А те, которые под углом падают, на краю озера, они как бы скользят и отражаются, эти лучи не проникают в воду.

По мысли Миши, солнце над озером напоминает фонарь, от которого свет идёт во все стороны, и поскольку фонарь маленький по сравнению с озером, лучи его падают на поверхность воды под разными углами. Но Солнце не фонарь, оно очень сильно удалено от Земли, поэтому лучи правильно изображать параллельными прямыми, а не веером, как на детских рисунках. Эта неточность схематизации никак не проявляла себя, пока Миша не предъявил своё ошибочное рассуждение. Ошибка его очень характерна для учащихся, она заключается в **отождествлении рисунка-модели с зарисовкой реального объекта**. Ниже мы разберём такой тип ошибок.

Ян не оставил без внимания обращённый к нему вопрос:

– Вода тяжелее воздуха, верхние слои воды давят на нижние, поэтому с глубиной плотность воды растёт. Чем вода плотнее, тем она хуже пропускает лучи, она их задерживает.

– *Что это означает: «вода задерживает и ослабляет солнечные лучи»?*

Яну бросился помогать **Миша**:

– Знаете, как водолаза на глубине вода сдавливает? Чем глубже, тем давление сильнее. Так же и лучи вода сдавливает, и они не могут дальше пробиваться. Молекулы воды плотно-плотно одна к другой расположены. 2-й рисунок Яна

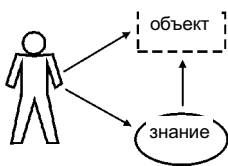
Мишу дружно поддержали остальные ребята.

– *Интересно же вы мыслите солнечные лучи. Разве их можно сдавить? Кто из вас пробовал потрогать лучик?*

Здесь мы сталкиваемся с довольно распространённым феноменом. К нему относится и ошибка Миши. Ребята **натурализуют свои рисунки**. Обратите внимание, на рисунках лучи похожи на стальные спицы, они и ведут себя соответственно: что-то пронзают, в чем-то увязают. Изображение на рисунке теряет свою «идеальность», направленность на выявление сущности явлений, начинает рассматриваться натурально и управляет рассуждением. В этой ситуации необходимо:

1. Столкнуть представления, продиктованные, навязанные рисунком, с реальным опытом детей, и за счёт этого восстановить условность рисунка.

2. Выделить ещё раз сущность исследуемого явления, которую мы схематизируем в рисунке, оговорить условные обозначения этой сущности в рисунке.



Описываемый феномен возникает по причине неразличения детьми самого исследуемого **объекта** и **знания об объекте**, в данном случае – модели. То же самое происходит с учениками на протяжении всего изучения естественных наук в школе, поэтому в данной работе так важно различить модель, которую мы строим, и объект, о котором мы размышляем.

– Вы говорите «вода плотная», а что плотнее: вода или стекло?

– Стекло плотнее.

– Так. Но ведь лучи солнца легко проходят через стекло. А по мысли Яна, они должны все остановиться на границе стекла. Какая же темнота была бы у нас в классе!

Женя: Правда, лучи проходят сквозь стекло и при этом его не нагревают! А подоконник горячий! Попробуйте сами.

Весеннее сибирское солнце действительно нагрело подоконник, а стекло оставалось холодным, каждый в этом убедился собственноручно.

– Стекло беспрепятственно пропускает солнечные лучи, а что ещё ведёт себя точно также?

– Воздух!

– Атмосфера лучи пропускает и не нагревается. Снизу воздух нагревается от земли, а вверху он совсем холодный.

– Что же общего между такими разными вещами, как воздух и стекло? Что позволяет им пропускать солнечный свет, тепло беспрепятственно?

– Они прозрачные! И стекло, и воздух прозрачные, поэтому они пропускают лучи. А вот белые предметы отражают солнце. Не нагреваются, но и не пропускают сквозь себя.

– А чёрные предметы нагреваются.

– Как же ведёт себя вода?

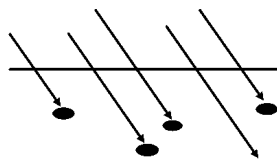
– Вода тоже прозрачная, значит, она должна лучи пропускать, а сама холодной оставаться. Но это же не так. Вода нагревается?!

– Давайте теперь остановимся и выделим основные идеи, которые у нас появились:

- Идея **прозрачности** – абсолютной пропускания для света и тепла.
- Идея **непрозрачности** – препятствия для лучей солнца, ослабления света за счёт поглощения или отражения лучей.

– Как вы думаете, от чего зависит прозрачность воды?

Ян: От грязи!!! Я понял. Можно нарисовать? Солнце греет под водой, но не воду, а «грязь», всё непрозрачное, песчинки, водные растения – всё, что находится в воде. А эти частички уже нагревают воду. Поэтому чистая вода холодная.



3-й рисунок Яна

– Конечно, озеро Байкал самое чистое, оно и холодное!

Получен ответ на вопрос, рождена модель явления. Урок моделирования пролетел быстро, легко. Теперь решение выглядит очевидным, и кажется странным, что участники олимпиады не увидели его. У ребят – ощущение, что они всё сделали сами. На самом деле это, конечно же, не так. И если пятиклассникам сейчас предложить самостоятельно построить модель для ответа на следующий вопрос олимпиады, они вряд ли справятся. На первом своём уроке моделирования школьники просто не видели, что делал учитель. Педагог как будто бы ничего не объяснял и не показывал, дети всё делали сами. Они пока не могут видеть, как и с помощью каких средств учитель управлял коллективным движением к модели. Поэтому ниже мы попытаемся разобрать особенности действий моделирования и методические средства, обеспечивающие их формирование у детей.

Методические комментарии к учебной ситуации

1. Понятие модели и основные различия.

Педагог, выращивающий у детей способность моделирования, должен сам иметь понятие модели и владеть основными различиями, обеспечивающими работу по построению моделей. Мы пользовались следующим **понятием модели**.

1. Модель – схематическое изображение идеи, которая схватывает некоторую связь или отношение в объекте.
2. Сам этот объект и сама эта связь должны быть взяты умозрением как суть дела, как главное. В усмотрении этой связи и изоляции её от всех других моментов ситуации и состоит идеализационная работа.
3. Предлагаемая модель объекта должна обладать объяснительной силой по отношению к ряду явлений, и не должна опровергаться этими явлениями.

Также мы пользовались следующими *различениями*:

- *объекта и знания*;
- *явления и модели, реальности* явлений природы и *действительности* человеческого мышления;
- *идеи* и её *схематического изображения*.
- предметные различия (в данном случае прозрачность – непрозрачность).

Процесс моделирования можно рассматривать как особую деятельность (мыследеятельность). Общая организация данной деятельности описана выше. Важно сказать об одном ограничении проделанной работы. Чтобы процесс моделирования можно было считать завершённым, в заключение необходимо спланировать и провести эксперимент, который позволит проверить и уточнить выработанную модель. В более общем смысле – необходимо выстраивать отношение мыслительных конструкций к реальности, чему, однако, в рамках описанного выше урока мы не могли уделить должного внимания.

2. Проблематизация контрапримером как стратегия коммуникативного взаимодействия в учебной ситуации.

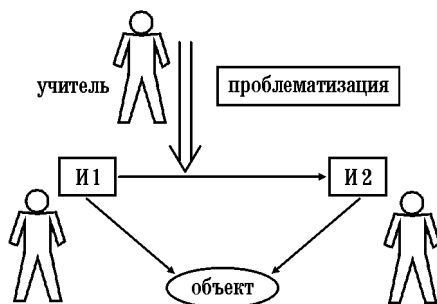
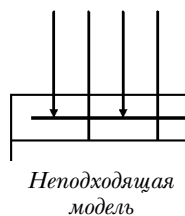
Теперь выделим главный момент, характеризующий **коммуникативную форму** развертывания моделирования. Основная сложность при создании модели состоит в том, что мышление человека «буксует», «увязает» в плену определённой неподходящей **идеи**, которая им не всегда осознаётся. Эта идея может быть навязана теми рисунками (или иными знаками), которые использует человек, или привычными представлениями. В нашем случае идея, организующая сознание детей, базировалась на определённом видении **отношения** между лучами солнца и водной средой. Дети представляли лучи жёсткими прутьями, пронзающими слои воды

с разной степенью лёгкости. Лёгкость определяется плотностью воды. Плотность для ребят – это тесное или свободное расположение частичек воды. Поэтому в рыхлые слои «прутья» входят легко, а в сдавленные, слежавшиеся – плохо.

Указанное представление было проблематизировано **контрапримером педагога: солнечные лучи нагревают подоконник, в то время как оконное стекло остаётся холодным.**

Контрапример заставил отказаться от неадекватной рабочей гипотезы и дал возможность искать иное отношение между солнечными лучами и средой, в которой они распространяются. Кульминационным моментом урока было выдвижение Яном **идеи прозрачности**, как нового типа отношений между лучами и средой. Эта идея не только легла в основу новой модели, но и задала новое видение объекта.

Средство перехода от идеи-1 к идее-2 – это проблематизация контрапримером. В нашем случае её обеспечивал педагог.



Дети смогут самостоятельно разворачивать процесс моделирования только в том случае, если и они освоят это средство, как форму организации коллективной работы.

г. Мегион, 1996 г.

(5, 6, 9 классы)

2. Наблюдение и моделирование:

«Яйцо и бутылка, растворение сахара».

Мысленный эксперимент: «Лёд в стакане».

Данная игра – плод совместной работы авторов, территориально разделённых, находящихся в разных городах. В качестве описания результатов игры мы предлагаем итоговый интернет-диалог Т. М. Губановой и А. В. Нечипоренко. Реплики А. В. Нечипоренко представляют собой комментарии к рабочему отчёту по игре. Игра проведена в Центре образования «Измайлово» (Москва).

ЗАМЫСЕЛ ИГРЫ

1. Содержание игры

Т. Губанова – А. Нечипоренко:

Эта игра – первая в годовом цикле из четырёх учебных игр и первая в ходе реализации проекта создания (выращивания) вертикали классов МД-педагогике в ЦО «Измайлово». При этом шестиклассники знакомы с игровой формой, игры («Моделирование в решении математических задач», «Понимание литературного произведения») в классе проводили педагоги школы – О. В. Арефьева, Э. И. Бовшовский и Ф. С. Юганова. Пятый класс впервые принимает участие в игре. Игра на материале загадочных явлений, зрелищных и легко воспроизводимых самими детьми, должна обеспечить эффект включения детей в игровую форму и в программу в целом.

Тема «Моделирование» как тема первой игры целесообразна ещё и потому, что с необходимостью требует от участников работы на схемах и рисунках. А в дальнейшем схематизация станет обязательным требованием для участников игр независимо от того, гуманитарная или естественнонаучная тема положена в основание игры.

Моделирование как способ работы, как способ решения задач в самых разных областях знания, как способность выделить и

изобразить графически *существенное отношение* в объекте исследования – является важнейшей способностью образованного человека. И в этом смысле обучение моделированию – одна из важнейших задач обучения в средней школе. Значению моделирования в обучении посвящены работы таких учёных как Г. П. Щедровицкий, В. В. Давыдов, Н. Г. Алексеев, В. А. Жегалин, Ю. В. Громыко и многих других авторов.

В педагогике необходимо использовать различные виды моделей: отношение величин на отрезках, отношение величин на схеме прямоугольника, отношение действующих сил на рисунках, взаимодействие химических элементов на схемах химических реакций, взаимодействие тел на моделях-конструкциях, отношение субъектов на позиционных схемах и т. д. И несмотря на то, что в учебниках и в объяснениях учителя часто фигурируют необходимые рисунки, далеко не всегда педагоги способны использовать их в качестве моделей. Поэтому освоение моделирования и учениками, и их педагогами было одной из основных целей в данной игре.

По замыслу модель в этой игре призвана была выступить средством объяснения некоторого наблюдаемого физического явления. Например: сахарный песок высыпается в стакан, доверху заполненный водой, а вода при этом не выливается. Необходимо построить гипотезу, объясняющую наблюдаемое явление, и представить её в виде модели.

Однако совершенно недостаточно придумать объяснение загадки, необходимо освоить работу с версией, уметь изменить и развить её. Для этого требуется освоить элементы научной коммуникации, что для современных школьников много сложнее, чем просто решить задачу. Это означает, что надо научиться, прежде всего, придавать значение словам своих сверстников, слушать и понимать высказывания товарищей. Строить критику чужой версии, отвечать на критику. Надо придумать и продемонстрировать новый опыт, подтверждающий свою гипотезу или опровергающий гипотезу оппонента. Надо научиться оформлять результаты коллективной работы группы с рисунками и схемами, сценарировать доклад как некое зрелище, удерживающее внимание зрителей.

В дальнейшем, на уроках физики и химии школьники не только будут знать, как, в какой деятельности рождаются те или иные модели, почему и как они изменяются, но, при участии учителя, смогут и сами моделировать разнообразные явления.

А. Нечипоренко – Т. Губановой:

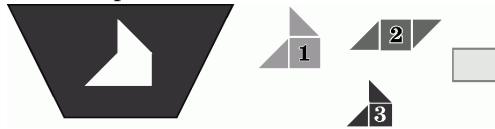
Замысел работы и его обоснование представляется правильными. Со своей стороны я бы сделал следующие замечания.

Замечание 1. Противопоставление «рисунка» и «модели» очень важно, его можно обострить. Я имею в виду противопоставление так называемому «принципу наглядности». Я почувствовал, как это важно, когда общался и работал с педагогами в НИПКиПРО. Также и у В. В. Давыдова в книге «Виды обобщения в обучении» это противопоставление – ключевой момент. Оно проявляется в двух отношениях.

Первое. Наглядность соответствует внешне видимым, данным в ощущениях признакам предметов, а моделирование для того и нужно, чтобы объективировать, делать зримым невидимые, умозрительные сущности.

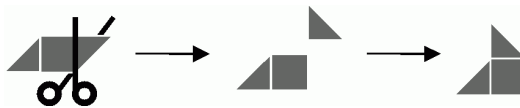
Я, например, все начальные учебные ситуации в математике РО 1 класса, в которых дети должны выделять признаки вещей, строю по принципу: натуральные предметы, равные в каком-то отношении (по длине, площади и т. д.), непосредственно-наглядно должны быть максимально непохожи друг на друга.

Вот пример задачи на введение признака «площадь»: корабль пробит насквозь осколком ядра. Нужно подобрать две пробки, затыкающие две одинаковые дырки. Силуэт корабля, вырезанный из бумаги, висит на доске, а варианты пробок из бумаги дети должны подобрать:



Здесь две пробки – фигуры 1 и 2 – выполняют одинаковую работу (заполняют дыру без щелей), хотя наглядно – по цвету и форме они разные. А пробка 3, хотя цвету такая же, как корпус корабля, и по форме подобна пробойне, – не подходит.

Если фигура 1 подбирается сразу непосредственно, то фигуру 2 надо преобразовать:



Итак, фигуры 1 и 2 выполняют одинаковую работу, то есть, с точки зрения практической задачи, они равны:



Но мы же наглядно видим, что они разные! Вот только в этой ситуации и встаёт вопрос об особом, невидимом свойстве этих бумажек, по которому они равны. Это свойство и есть «площадь».

При таком введении свойства решаются важнейшие задачи:

1) не смешивается идеальное свойство (в нашем случае площадь как инвариант преобразований разрезания) и наглядно данное свойство (внутренняя поверхность фигуры).

2) начинается работа с умозрением – наглядно не данными, невидимыми сущностями, которые собственно и требуют моделирования.

Второе. Схемы не несут в себе правил оперирования, а модели операциональны. И операции их преобразования соответствуют операциям преобразования моделируемого объекта. Именно за счет этого результаты исследования модели могут быть приписаны самому объекту (отнесены к нему).

Таким образом, тонкий момент: различие рисунка, схемы и модели чисто функционально. И рисунок можно использовать в качестве модели, если операционально проинтерпретировать его, если развернуть на нём систему операций.

З а м е ч а н и е 2. Модель – это не только средство мышления, но и средство коммуникации, т. е. средство понимания другого и средство донесения своей мысли до других. Мы хорошо знаем, что в учебных ситуациях, прежде всего в микроситуациях, эта функция модели часто оказывается ведущей.

З а м е ч а н и е 3. В общем случае, когда мы просим что-то «графически изобразить», помимо знаковых моделей нужно иметь в виду и так называемые натуральные модели (на кубиках, полосках бумаги и т. д., как это делается в математике 1 класса РО). Я думаю, что и задача (как форма) и загадка – это тоже некоторые модели деятельности. Но это последнее соображение – к слову, для данного замысла оно не принципиально.

2. Задачи для игровых групп

Т.Губанова – А.Нечипоренко:

Школьникам предлагается три задачи, а не пять, по числу групп. Три задачи – это, с нашей точки зрения, предельный объём содержания, которое в состоянии удерживать каждый участник. Предполагается, что каждый участник игры будет решать и обсуждать все задачи, а не только задачу своей группы.

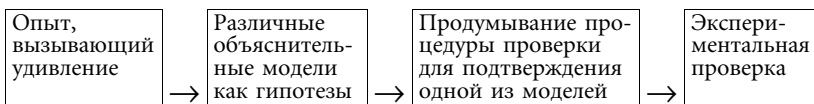
1. Варёное очищенное яйцо кладётся на горлышко бутылки из-под кефира (бутылка советская). В бутылку бросается горящая спичка. Яйцо само втискивается в бутылку. Вопрос: почему это происходит?
2. стакан наполнен горячей водой до краёв. В него осторожно высыпается сахарный песок. Вода при этом не выплёскивается из стакана. Вопрос: почему сахар не вытесняет воду?
3. (Задача Щетникова-Ушаковой¹) В сосуде с водой плавает кубик льда. Как изменится уровень воды в сосуде, если лёд растает?

В игре игротехники заранее не имеют решения, они должны получить его самостоятельно.

А. Нечипоренко – Т. Губановой:

Задачи № 1 и № 2 – одного типа, в них требуется объяснить наблюдаемое явление. Задача № 3 другого типа – в ней нужно предвидеть, каким будет явление. Постановка задач и способы их решения, соответственно, будут строиться по-разному.

Первый тип постановки задач и способа их решения:



- вопрос у учеников возникает потому, что явление, продемонстрированное на опыте, неожиданно и потому удивительно;
- модель нужна, чтобы объяснить удивительное и непонятное;
- «набрасывается» множество возможных правдоподобных объяснений;
- выбор между объяснениями осуществляется путём экспериментальной процедуры проверки.

Особенности задач первого типа можно представить и иначе – с помощью противопоставления *«проблемная ситуация – средство преодоления»*:

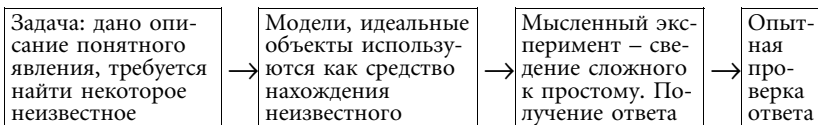
Проблемные ситуации (основные «разрывы»)	Средства преодоления
Явление \longleftrightarrow нет объяснения	Модель = средство объяснения
Различные модели \longleftrightarrow истина одна	Эксперимент = средство отбраковки и выбора модели

¹ А. И. Щетников – учёный и педагог, автор учебников и учебных пособий по математике и физике. Е. Г. Ушакова – учитель физики РО, методист (Новосибирск).

Прежде описания особенностей задач второго типа, дадим решение задачи № 3. Чтобы понять решение, рекомендуется нарисовать картинки, несколько кадровиков.

1. Фиксируем уровень воды в первоначальной ситуации.
2. Окружаем кубик льда мысленной невесомой бесконечно тонкой оболочкой. Фиксируем, что при этом «вода ничего не почувствует», и уровень останется тот же.
3. Мысленно заменяем оболочку-поверхность льда на непроницаемую бесконечно тонкую и невесомую оболочку; фиксируем, что уровень воды опять не должен измениться, и сам кубик с оболочкой не погрузится и не всплывёт.
4. Внутри оболочки растапливаем воду. Вода в сосуде никак «не почувствует это», то есть кубик и не погрузится и не всплывёт.
5. По закону Архимеда, объём воды, которая была вытеснена кубиком льда, равен объёму подводной части кубика, а вес вытесненной воды равен весу кубика. Кубик, растаяв, не меняет своей массы, которая, т. о. совпадает с массой вытесненной воды. Значит, объём, который займёт данная масса растаявшей воды в невесомой оболочке, совпадает с объёмом вытесненной воды и равен объёму подводной части кубика.
6. Мысленно убираем оболочку. Ответ: уровень воды не изменится.

Второй тип постановки задач и способа их решения:



- вопрос у учеников возникает тогда, когда обнаружится неизвестность пути, приводящего к ответу;
- модель нужна для нахождения неизвестного, т. е. получения ответа;
- достаточно, по крайней мере, одной модели, которая позволяет получить ответ;
- на первый план выступает работа с идеализированными объектами, процедуры мысленного эксперимента, конструирование примеров и контрапримеров, то есть идеализационная работа;
- ключевым является действие сведения сложной модельной ситуации к простой и, тем самым, нерешенной задачи – к решенной.
- опытная проверка обеспечивает не выбор между альтернативными моделями, а подтверждение правильности ответа.

Деятельностное представление ситуации решения задачи:

Проблемные ситуации (основные «разрывы»)	Средства преодоления
Задача \longleftrightarrow нет пути к ответу	Модель = средство решения задачи
Исходная модельная ситуация \longleftrightarrow Очевидная модельная ситуация	Мысленный эксперимент = средство сведения исходной модельной ситуации к другой, в которой ответ очевиден, и обратного вывода из очевидной – исходной

3. Инструкция для работы игротехников в группах

Т.Губанова – А.Нечипоренко:

Для разных типов задач организовать процесс моделирования надо будет по-разному. Назовём последовательность действий, выводящих к модели, и работу с ней технологией моделирования.

Технология моделирования для задач первого типа

(«Бутылка с яйцом», «Сахар с водой»)

1. Выход к модели.

- Вопросы, недоумения. Их обязательно записать. Придётся формулировать и помогать детям доформулировать вопросы. Результат: сформулированный вопрос. Под «сформулированным» имеется ввиду не логико-грамматическая чёткость (за это на данном этапе отвечает взрослый), а содержательная «качественность» вопроса. Различить для детей вопрос и **Вопрос**. **Вопрос** даёт направление продуктивным размышлениям. **Вопрос** важнее ответа.
- Ответы на вопросы и версии объяснения (пусть самые нелепые и абсурдные). Записать их. Поиск **Вопроса** продолжается.
- Нарисовать картинки, изображающие версии.

2. Провести работу по установлению **соответствия текста версии картинке**. В процессе работы уместно изменять, доводить до чёткости, как текст, так и картинку. Важно только, чтобы в результате получилась такая пара текст-картинка, где бы все смысловые элементы текста были бы отражены в знаках картинки. Такую пару в качестве доклада можно выносить на обсуждение коллектива игры.

3. Критика модели.

- Допускаем, что модель отражает реальный процесс, т. е. что так всё и есть на самом деле, тогда...
- Ищем характеристики явления, которые противоречат версии. Например, в опыте растворения сахара в горячей воде на версию, что сахар превращается в газ и улетучивается, задаём вопрос: откуда тогда сладкий вкус воды. Или ищем очевидный пример из жизни, который опровергает версию.
- Указываем точный фрагмент в тексте и на картинке, который подвергся критике.
- Даём формулировку критическому суждению и записываем её.
- Далее следует новый этап работы с моделью, новые версии, учитывающие критику.

Технология моделирования для задач второго типа

(«Лёд в стакане»)

1. Моделирование идеальных условий эксперимента

- Вопрос, на который надо ответить, от предыдущего случая отличается тем, что нас интересует не то, что есть, что мы наблюдаем, а то, что будет происходить при изменении условий.
- В этом случае логично поставить такой вопрос: что надо *сделать*, чтобы узнать, что произойдёт, когда лёд растает.

2. Прodelываем всё в реальности (помещаем лёд в стакан, измеряем уровень воды, ждём, когда лёд растает, заново измеряем уровень воды, сопоставляем результаты измерений). Понимаем, что имеем потери (что-то растеклось, что-то испарилось) и точности в измерении добиться невозможно. Чисто проделать измерения не получится. Это и есть критика данного способа решения задачи.

3. Переходим от манипуляции с предметами к модели, в пространство **мыслительного конструирования**.

- Задаём себе вопрос: какие идеальные условия хотелось бы создать, чтобы с очевидностью получить результат? Какие бы приспособления нас устроили в принципе, не заботясь об их реальном воплощении?
- Действия переходят на доску мышления. Моделируется желаемая ситуация.

А. Нечипоренко – Т. Губанова:

Есть критическое замечание к технологии моделирования № 2. По сути, инструкция вроде бы правильная: попытка оттолкнуться от того, что эмпирическое знание никогда не является достаточным основанием. Действительно, если мы встретили 100 белых лебедей, неверно умозаключать, что все лебеди – белые. Мы просто не видели чёрных...

Принципиально это верно. Однако такая постановка вопроса означает выход в эпистемологическую действительность. Для детей эта действительность неочевидна. Должен сказать, что когда реально проводишь опыт со льдом, то с очень высокой степенью точности всё получается. И эта наглядная убедительность для детей оказывается важнее всего и делает вовсе ненужными какие-то теоретические и модельные изыскания.

Я бы в случае этого типа задачи действовал иначе. Дело в том, что здесь модель – не средство объяснения явления (а твоя логика толкает к тому, чтобы её использовать так!). **Здесь модель – средство решения задачи.** И действовать нужно так: исходная ситуация – это ситуация *понимания* текста и *принятия* задачи. То есть в задачу нужно *войти, попасть*. Как в нее попасть?

1. На эмпирический опыт налагаем запрет. Мы его проведём потом в качестве проверки. Но задача должна быть решена теоретически («представьте себе, что это задача из олимпиады или экзамена, и там никакого реального льда и воды нет, а решить нужно правильно»).

2. Начинаем разбираться с задачей. Явление вроде бы ясно: лед сначала плавает, потом весь растаял – осталась только вода. Тут всё понятно, никакой сложности нет.

3. Начинаем выдвигать версии ответа. Выясняется, что возможны все три разные версии: уровень повысится, понизится, сохранится. Дети могут накидать не все три, а хотя бы две первых. Это уже достаточно. Потому что неясно, какая из версий правильная. Требуется версию *обосновать*.

4. Итак, задача переформулируется: нужно обосновать версию. Начинаем обосновывать, и выясняется, что обосновать не получается. Все версии как бы необоснованные, нет ясности и очевидности, нет доказательства правильности версии.

5. И вот тут и требуется модель. Модель оказывается не только и не столько средством нахождения ответа, сколько средством обоснования и доказательства. И это – важнейший момент.

Я боюсь, что в этом месте – прокол в замысле. Но я читаю по порядку, посмотрю, что получилось в реализации. Может, всё ещё удачно сложится...

ХОД ИГРЫ

Т.Губанова – А.Нечипоренко:

Накануне игры игротехники были посвящены в замысел игры, но «правильных» ответов для задач они не получили и **оказались в ситуации, когда процесс решения захватил их в равной степени с пяти-шестиклассниками.**

Это оптимальная ситуация для любой игры, когда игротехники азартно участвуют в общем рабочем процессе, и то, что девятиклассники согласились стать игротехниками – было для нас всех большой удачей. Конечно, идеи решения появляются у старших быстрее, идеи более цельные и грамотные. Однако игротехнику запрещено «подсказывать», он обязан индуцировать процесс идеирования, порождения идей у своих подопечных. Это стандартное требование, но далеко не всегда оно выполняется, очень уж игротехники хотят помочь игрокам поскорее пробежать к правильному ответу, подменяя, тем самым, мышление участников игры своим. В нашем случае игротехники сработали грамотно. В докладах групп прозвучали непосредственные реакции детей на предьявленные опыты.

Почему яйцо проползает в бутылку?

1. Огонь пожрал весь воздух в бутылке и хочет ещё воздуха. Спичка берёт кислород из горлышка, и вместе с ним засасывает яйцо.
2. Горлышко сдавливает яйцо, смещает желток внутри яйца, поэтому яйцо сползает вниз.
3. От горящей спички образуется пар, дым мы видели. Это смазка – яйцо проскальзывает.
4. При нагревании горлышко расширилось, а яйцо сжалось и проскочило.
5. Воздух поддерживал яйцо, когда оно было неподвижно. Воздух в бутылке сгорел, исчез. Сверху давил воздух.
6. Горящая спичка хочет затянуть яйцо в бутылку. Огонь притягивает яйцо.
7. Бутылка хочет затянуть яйцо, ей мешал воздух, он сгорел.
8. Отрицательное давление образуется. Разница давлений.

На рисунках школьников были представлены иллюстрации версий: хищная бутылка, деформированное яйцо и т. п. А вот отрицательное давление автор не смог изобразить. И мы договорились, что если человек не может зарисовать свою идею, мы её не принимаем к рассмотрению. Ребята признали, что **если ты понимаешь, о чём говоришь, то представляешь это и можешь нарисовать.**

Первичные версии детей очень похожи на донаучные представления человечества. Если видишь движение некоторого предмета, например, солнца или воздуха (ветра), то их и наделяешь способностью двигаться, действовать, то есть одушевляешь. И хотя дети – школьники XXI века, учатся в школе, смотрят телевизор, пользуются компьютером, но в открытой ситуации познания дают такие неожиданные для педагогов реакции.

Версии были представлены на доске в картинках. А коллектив игры получил задание попытаться построить критику предъявленных версий.

Что значит построить критику, было не ясно. Как критиковать версию, спорить с ней: «Бутылка не живая, она не может хотеть»? На такое утверждение очень хочется ответить: «Может!» – и спор в тупике. Критической работе детей не учили, и старших в том числе. Поэтому мы задали жёсткую *форму* критического выступления: придумать *опыт*, который опровергнет версию.

Например, версию № 3: если смазка позволяет яйцу проникнуть в бутылку, то можно попробовать, не зажигая спички, смазать горлышко бутылки и само яйцо маслом и посмотреть, что получится.

Версию № 6: положить яйцо на стол, зажечь спичку и посмотреть, будет ли огонь притягивать яйцо.

Версию № 4: обмотать горлышко бутылки ниткой; если оно расширяется, то нитка порвётся.

Бурные споры возникли при обсуждении версии № 5. Держит ли воздух яйцо? Вроде бы держат стенки бутылки. Но как проверить, какова роль воздуха? Пушинку держит? Но камень не держит, он падает. Яйцо тоже падает без бутылки. «Воздух на пушинку давит, а на яйцо нет».

Это первая ситуация, когда очевидность опыта для детей стала расходиться с логикой размышления. Этот момент **мы сознательно затормозили и растянули**. Дети бросают листок бумаги, он планирует – значит, воздух держит бумагу. Ручка летит вниз стремительно – не держит её воздух. Настя выбегает на середину

и требует внимания. Бросает листок – он медленно кружит. Настя комкает листок в трубочку и бросает её. Бумажная трубочка резко падает. Что же получается: один и тот же листок воздух то держит, то не держит?

Андрей: Воздух всегда держит, только не всегда ему это удаётся.
– Нет!

Спор продолжается. Мы заканчиваем обсуждение в этой точке накала коммуникативного противостояния.

Из рефлексивного обсуждения игры

Т. Губанова: Сегодня, когда я рефлектирую игру, мне очевидно: это была классическая проблемная ситуация! Я её сложила, и я её не оформила как проблемную, просто не узнала! Была поглощена действием, а заметить можно только из рефлексивной позиции. Нужен второй ведущий, который бы рефлектировал, пока первый организует ситуацию.

Если бы ситуация была отрефлектирована в процессе игры, тогда я бы «сделала большие глаза», остановила действие, заставила бы всех замереть... Выписала бы на доске два противоречащих суждения:

Воздух держит лист бумаги. – Воздух не держит лист бумаги.

И после этого держала бы всех в этом противоречии до тех пор, пока кто-то из участников игры не предложил бы выход. Выход в виде идеальной картинки действующих частиц воздуха.

А. Нечипоренко: ...Либо не частиц, а паруса. Большой парус и маленький. Понятие «парусность». Держит – стрелочка снизу. Больше площадь – больше стрелочек, и в сумме больше сила. Меньше площадь – меньше стрелочек, и в сумме меньше сила.

Т. Губанова: Таким образом, я бы получила выход на решение обеих задач прямо здесь, на пленарном заседании. И рефлектировать в группах на следующий день надо было только этот эпизод. Я же видела, что он главный, но так и не поняла, в чём тут дело!

А. Нечипоренко: Действительно, не очевидно, что из этой ситуации всё можно было развернуть. Моя первая реакция при чтении: отход от темы. Хотя ты права: если глубже копнуть, то видно, что при анализе и рефлексии этой ситуации – прямой выход на модель давления как силы, с которой воздух действует. Не важно, частицами это зарисовывать, стрелочками или как-то ещё. Важно, что объектом становится действие воздуха. Но, ещё раз повторяю: это не очевидно. Будь я там, я не уверен, что и я бы сообразил... Хотя всё это – предметность чисто физических моделей, и если думать как физик, то, наоборот, сообразить это легко...

Т. Губанова: А как ситуация развернулась реально. Что я сделала. В ответ на детскую реплику «Яйцо падает, если убрать бутылку, воздух его не держит», я привнесла образ висящей в воздухе пушинки, которую очевидно воздух держит. Дальше дети всё сделали сами и на решение вышли, но в памяти их, видимо, не удержится эта ситуация. В реальности игры всё было, но я как проблемную ситуацию эту не оформила, не перевела в план действительности игры.

А. Нечипоренко: В чём норма работы в подобных ситуациях? Сложилась проблематизация, содержание пошло – нужно доверять этому, пытаться дотянуть, развернуть, рефлексиию на этом строить. Трудность в том, что если не видишь, куда это, то возникает опасение: а не есть ли это отлёт в сторону. И боязнь открытого процесса, о котором я не знаю, про что он и куда выведет.

Либо нужно быстро самому в уме подвести под понятие (сила действия воздуха), тем самым получить ответ (или знать ответ), и уже после этого, фактически имея закрытый процесс, начать его организовывать по форме проблематизации, рефлексии и т. д. для коллектива.

Пока не ясно, в чём норма: эти два пути есть «или/или»? Или они есть «и/и»? Из всякого ли открытого процесса можно выбраться куда надо? Или как?.. Я пока не знаю ответов. Но ясно, что в таких ситуациях несколько ведущих игру лучше, чем один – коллективное сознание шире.

Т. Губанова: Если бы мы получили идеализацию частиц воздуха, действующих на предметы, в первый день, то решения были бы получены во второй день. А в третий день, строго по программе игры, можно было бы обсуждать моделирование как таковое, организовать рефлексивный такт. Реально же мы в программу не уложились, решение (движение частиц) возникло только в третий день, и я подумала, что дети слишком малы. Но теперь очевидно, что можно было разыграть замысел игры целиком.

В реальности во второй день на схемах школьников появились кружочки, облепившие яйцо, символизирующие частицы воздуха, движением они не были наделены. Поэтому было непонятно, как они заталкивают яйцо в бутылку. Движения не было во второй день и на схемах «Вода и сахар».

Группы, анализировавшие опыт «Вода и сахар», в первый день на вопрос: «Почему сахар не вытесняет воду из стакана?» дали такие версии.

1. Между молекулами воды есть пустота, её заполняют частицы сахара.
2. Крупинки сахара состоят из оболочки и пустоты внутри неё. В воде оболочки распадаются. Они очень тонкие.
3. Между молекулами сахара – пустота, туда забирается вода.
4. Образуется сладкая плёнка. Края стакана круглые, в плёнке, как в авоське, вода держится. Если бы края были острые, они бы резали воду, и она вытекала.

В этом опыте наблюдателю не видно взаимодействие веществ, поэтому версии (кроме версии плёнки) касаются невидимого устройства вещества.

На самом деле, формулировок версий было гораздо больше. Например, такая: «Сахар загустил воду. Молекулы воды слепляются между собой». На обсуждении этого опыта удалось ввести различие *слова и мысли*. Я задала вопрос для всех: «Сколько версий выдвинули две группы? Назовите их и нарисуйте...» Неискушённые в мышлении дети, естественно, пытались повторять формулировки, прозвучавшие в докладах. Я брала две разные формулировки об одном и том же, просила «нарисовать мысль» и сказать, про что она. Так мы получили указанные выше четыре версии и немножко научились разделять идею и её словесное оформление.

В данной игре такая работа необходима, т. к. задача у нас: выйти от эмпирических впечатлений и описаний в идеальный план. А материалом мышления являются понятия и схемы.

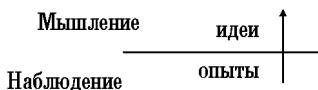
После того, как версии были очищены, стало видно, что все они, кроме четвёртой, построены на идее «пустого места» в структуре одного вещества, которое занимают частицы другого вещества. Мне необходимо было поддержать и сохранить саму идею «пустого места» и в то же время обеспечить критику версий. Вопрос: «Как проверить, являются ли крупинки сахара пустыми коробочками?»

– Попробовать раздавить и посмотреть.

Вызвались добровольцы, которые дома вечером будут «смотреть».

Общее требование сохранялось: придумать опыт, который бы опровергал или подтверждал гипотезу, и провести его. Наутро дети рассказывали, как они пытались «сжать» воду, чтобы проверить есть ли приличные расстояния между молекулами воды. Рассматривали сахаринку в микроскоп. Толкли сахарный песок в пудру, обнаруживая, что объём вещества практически не уменьшился.

Второй день уже нельзя было отдавать на проведение опытов, а дети только вошли во вкус и готовы были заниматься этим бесконечно (особенно усердствовали группы «живого яйца»). Надо было переходить в план мышления, на доску мышления, и вести обсуждение в этой плоскости, используя опыты только как материал. С этой целью пришлось начать день с доклада рефлексивно-методологической группы. Я объявила, что сегодня мы «выходим в Мышление, больно не будет».



А чтобы уверить, что у нас получится, я выложила на доску те идеи, которые были уже порождены коллективом игры вчера. Хорошо было бы запоминать поимённо, кто первый из школьников произносил мысль. Но пока я этого не смогла сделать для первых двух, только третья мысль для меня осталась авторской.

1. Воздух давит на предметы. Интересно: только снизу, или и сверху тоже? Что будет если пушинку подбросить вверх?
2. Идея пустот, которые принимают сахар.
3. Идея выделения «места льда» для третьей задачи. (Алексей)

Выписанные утром на доске идеи фактически программировали работу групп в этот день. Были своего рода напутствием группам, чтобы они не сбились с верного пути. Они и не сбились.

От идеи обнаружить пустоты между частицами воды и внутри крупинок сахара ребятам пришлось отказаться. Её сменила мысль расположить пустоты в конструкции самой молекулы воды, куда забирается молекула сахара и получается сладкая вода того же объёма.

Мы специально договорились со школьниками, что в своих рисунках мы не пытаемся «угадать», как на самом деле выглядят молекулы воды. Мы строим предположение (это наша воображаемая конструкция) и проверяем его, сталкивая с критическими суждениями.

Такие версии видов молекул воды появились во второй день.

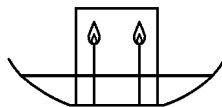
«Как сладость распространяется по всему стакану?» – этот вопрос Эдуарда Игоревича требовал доработки версий.

Критика во второй день **была направлена на статичность всех детских схем**. «Как, какие силы действуют, которые заставляют двигаться яйцо, распространяться по стакану сахар?» – этот вопрос сами дети задавали себе. И кружочек со стрелочкой всё-таки появился на доске с лёгкой руки юного натуралиста.



Что означают слова: «Критика была направлена...»? Как эту критику можно осушечить, если дети не знают, куда, в каком направлении нужно развивать полученные версии и схемы? Они просто задают вопросы. Но я-то могу выбрать «нужные» вопросы и заставить всех размышлять над ними. Кроме того, Эдуард Игоревич, поскольку внимательно читал книжку про моделирование, задаёт «тот самый» вопрос, спасибо ему! Правда, всё равно пришлось бросить крупинку мела в стакан с водой, что бы увидеть, как её там, бедную, крутит и вращает.

Украшением второго дня игры был опыт, который Андрей приготовил дома (похоже с участием родителей), как демонстрацию действия тех же сил, что загоняют яйцо в бутылку.



Андрей налил в блюдце воду, предварительно жвачкой закрепив вертикально на дне блюдца две спички. Спички он зажёл и опустил на них перевёрнутый стакан. Стакан «всосал» воду из блюдечка, а вода при этом ещё и бурлила. Воздух вместе с водой устремился в стакан. На обсуждении этого феномена и появилась частица воздуха со стрелочкой: под стаканом воздух сгорел, его не стало, и давление внешнего воздуха нечем было уравновесить. «Бьющие» частицы воздуха и загнали воду под стакан, и сами частично туда прорвались. Причём бьющие «куда попало», как бегающие в тесном помещении дети толкают друг друга и стены: не намеренно, а потому что по-другому никак.

Правда, так феномен поняли далеко не все участники игры. Остались и убеждённые в том, что **Пустота** затягивает в себя всё, пока не превратится в свою противоположность – **Полноту**.

Но в группе, похоже, многие увидели движущиеся и бьющие в препятствия частицы. Для них моделирование случилось. Модель сил, которые действуют в результате ударов частиц воздуха обо всё, что он окружает, ребята построили. Свидетельством того, что модель появилась у некоторого (!) числа ребят, является тот факт, что они свободно обнаруживали действие этих сил в разных опытах, могли нарисовать их, привлекали точные примеры (беготня со столкновениями) для иллюстрации своей модели. В заключительном докладе они даже утверждали, что частицы так сильно бьют по яйцу, что, наверное, там остаются следы-синяки. А способ, которым было яйцо извлечено из бутылки – апофеоз, мощный заключительный аккорд игры! В бутылку была залита газированная вода, которую потом активизировали посредством

встряхивания, и яйцо было выбито из бутылки «обезумевшим» газом. Этот способ воочию демонстрирует верность и мощность изобретённой модели.

Таким образом, без преувеличения можно сказать, что тайны молекулярно-кинетической теории участники игры начали слегка приоткрывать. От традиционного урока это отличается тем, что знание не сообщено детям учителем, они не приняли его в готовом виде (что, конечно, можно сделать гораздо быстрее), но открывали сами, разгадывая чудесные фокусы природы. Цена такого приобретения и ценность его совсем иная.

«Лёд в стакане». Как оценить роль и значение этой задачи в игре? Конечно, дети задачу решили, получили новый интересный опыт и массу переживаний и впечатлений. Но надо признать, что сопоставить два разных типа моделирования не только не получилось, но было и совершенно нереально в данной ситуации. Это первый опыт моделирования у детей. Видимо, правильнее было взять третью задачу первого же типа, которая решалась бы тем же способом, что и две первые. На первых двух задачах получилось прожить роль идеи-принципа (движение частиц) для разных моделей, это раз. Второе: программировать способ работы в группах можно было для обеих задач, а третью обсуждать приходилось отдельно. С точки зрения процессов решения – это не столь существенно. Даже интересно: то одно порешали, то другое. Но с точки зрения выхода в мета-план для данного состава игроков это оказалось неэффективно.

Реально продвижение группы осуществлялось во многом автономно.

Первый день: схема отрезков. Она оказалась сильно неподходящей. Но важно, что её применение – это классический случай попытки применения старых, когда-то сработавших средств. Дети раньше уже прошли игру по моделированию в решении задач, где использовались схемы отрезков, к тому же, видимо, результаты игры поддерживались на уроках математики. Отрезки здесь позволяли обсуждать только соотношение параметров, параметры у детей «мерцали»: то про объём, то про высоту уровня...

На словах рассуждали так: возьмём объём воды и объём льда. Если бутылку с водой заморозить в морозилке, то бутылка лопнет. Объём воды в банке уменьшится, так как объём воды, полученной из льда, будет меньше объёма самого льда. Однако провели эксперимент, замерили – не изменился уровень воды.

Второй день: в воде себя по-разному ведут дерево и железо. Возникло представление о таких параметрах, как вес и *место*, занимаемое льдом.

Третий день: тонкая скорлупка, ограничивающая место льда (не без нашей помощи). Лёд тает, скорлупка остаётся. Различили объём и вес: объём вещества уменьшится, вес останется тем же. Как организовать ситуацию, чтобы идея идеальной оболочки возникла у самих детей, пока не знаю. Мысленный эксперимент – слишком уж революционное новообразование в сознании ребёнка.

А. Нечипоренко – Т.Губановой

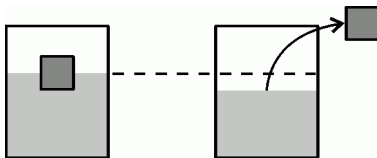
Очевидно, «задача про яйцо» классно получилась. Я так понимаю, что она содержательно лидировала. По всему ходу изложения я чувствовал, что задача про лёд – содержательный аутсайдер. Так оно и оказалось. Я, конечно, не уверен, но рискну предположить, что если бы отчётливо была понята логика этого типа задачи в соотношении с типом 1, то, может быть, получилось бы лучше. По косвенным признакам (идея «места льда» Алексея) я могу предположить, что мыслительное движение шло в нужную сторону.

Что тут скажешь? Я думаю, что решение этой задачи, конечно, нужно в очень большой степени направлять взрослому. Вроде бы вопрос об оболочке возникает, когда выложены два состояния: исходное и конечное, и мы пробуем двигаться от начала к концу *и от конца к началу*.

1. В процессе понимания задачи рисуем схему:

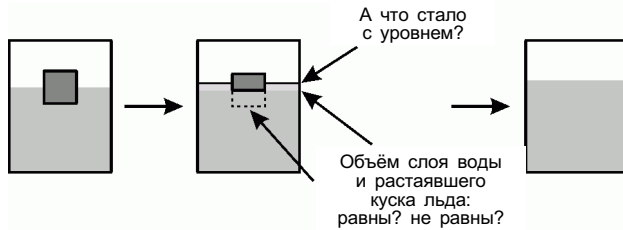


2. Разбираемся с законом Архимеда: объём вытесненной воды равен объёму погруженной части льда.



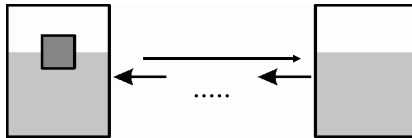
А за счёт чего вода вообще вытесняется? За счёт того, что тело тяжёлое. Закон Архимеда: вес вытесненной воды равен весу плавающего тела (вода уравнивает этот вес). Это знание может быть сообщено как справочная информация перед решением задачи.

3. Пробуем отследить процесс таяния:



Вроде бы, тупик. Неясно, как дальше двигаться.

4. Пробуем с другого конца. Начинаем думать про замораживание воды!



5. Чтобы думать про замораживание, нужно сразу выделить некоторый объем воды, который будем замораживать. Вот и выделим его тонким стеклянным стаканчиком.



Сразу можно обсуждать: если в стаканчик налить воды, он будет плавать так, что уровни воды совпадут или нет? Можно разобраться, что совпадут. Вот тут, при этом разбирательстве и возникает *мысленная оболочка*! Обоснование: она есть – и её одновременно нет. Поскольку нет, постольку уровни и совпадают.

6. Дальше уже просто. Заморозим воду в стаканчике. Уровень воды в большом стакане не изменится. Обоснование на основе закона Архимеда: вес остался тем же. Обоснование на уровне очевидности: сделаем стенки стакана непрозрачными. Тогда ни мы, ни вода в большом стакане не будем знать: заморожена вода в стаканчике или нет. *Снаружи ничего не меняется. Значит, нет никаких оснований воде в большом стакане свой уровень менять.*

Итак, ясно, что эта задача была просто при подготовке игры не проработана. Я подробное такое решение не прислал, а ты не стала имитировать и мне встречные вопросы не послала. Ясно также, что даже закон Архимеда ни при чём. Что главные ступени решения:

1. Зарисовать исходное и конечное состояния.
2. Процессуализировать за счет вопроса о промежуточном состоянии.
3. Пойти от начала к концу и зайти в тупик.
4. **Главный креативный ход:** пойти от конца к началу! Увидеть обратимость процесса и сменить таяние на замораживание.
5. В логике замораживания взять стаканчик. Поиграть с мысленной оболочкой.
6. Ввести принцип достаточного основания.
7. Получить результат: уровень не меняется, если воду заморозить.
8. Обратить процесс и получить ответ: уровень не меняется, если лёд растопить.

4. Антропологический аспект в игре

Т.Губанова – А. Нечипоренко:

Ситуация разновозрастного сотрудничества в игре крайне важна и продуктивна как для маленьких, так и для старших школьников. Старшие школьники – игротехники. Они стараются быть понятыми – в моно-возрастном коллективе эта задача так остро не стоит. Старшеклассники несут ответственность за своих малышей, заботятся о них, помогают и требуют. Крайне важный опыт. Малыши смотрят и равняются на старших, это образец для них, есть ради чего стараться, напрягаться, куда расти. Это видимый образ желаемого будущего, ориентир взросления.

Вообще, надо отдельно обсуждать проблему возраста и становления в игре. Игра – это плотно сжатое, концентрированное время. Часто случается, что преодоление себя, своих «заморочек» в игре является трамплином для резкого возрастания в жизни. В группе наряду с игротехником нужен психолог. Психолог не должен нести ответственность за содержание. Психолог должен отслеживать личные состояния и проблемы возрастного и личностного характера детей и отрабатывать с ними этот план.

Вариант такой ситуации можно рассмотреть на примере Маши (группа Е. Н. Игошевой). Девочка не хотела отказываться от своей версии, хотя группа уже откритиковала её и двинулась дальше. Маша мешала работать, капризничала. Говорила, что всё равно будет выступать со своим собственным докладом. Важно понимать, что здесь обсуждение по содержанию с девочкой абсолютно бессмысленно, человек просто отключает понимание. Он обижен, разгневан, неуправляем. Здесь должен поработать психолог, и только персонально. Я обсуждала с девочками-игротехниками, что нужно с Машей поговорить, дать ей увидеть себя со стороны, увидеть, что она своим поведением сильно вредит себе же. Помочь преодолеть «царапины личности». Не знаю, что произошло в группе (не успела девочек расспросить), но Маша отлично выступила в заключительном докладе с версией группы, и никаких следов критического состояния уже не было.

Хорошо было бы развить этот план в наших играх. Наблюдать и обслуживать личностные лифты детей.

5. Хронотоп.

Оптимальное время работы в группе – 2,5 часа (включая перерывы); общее обсуждение – 2,5–3 часа (включая перерывы).

Москва, 2004 г.

(4-й класс)

3. Наблюдение и моделирование:

«Яйцо и бутылка», растворение сахара

ЗАМЫСЕЛ ИГРЫ

Двухдневная игра с учениками четвёртых классов. Мы будем использовать материал первых двух опытов из предыдущей игры, но внесем коррективы в замысел, с учётом столь юного возраста наших естествоиспытателей. Этот опыт интересен ещё и тем, что педагоги принимали участие в такой форме работы впервые, и освоение новых способов педагогической деятельности стало для нас отдельным важным предметом работы.

Напомним исследовательские задачи нашей игры.

Опыт с яйцом и бутылкой. Варёное очищенное яйцо кладётся на горлышко бутылки из-под кефира (бутылка «советская»). В бутылку бросается горящая спичка. Когда огонь потухает, яйцо само втискивается в бутылку. Вопрос: почему так происходит?

Опыт с растворением сахара в воде. стакан наполнен горячей водой до краёв. В него осторожно высыпается сахарный песок (несколько ложек). Вода при этом не выплёскивается из стакана. Вопрос: что происходит? Куда девается сахар? Почему сахар не вытесняет воду из стакана?

Задача игры в том, чтобы дети получили опыт размышления над загадками природы. Опыт наблюдения и удивления явленному маленькому чуду; опыт выдвижения гипотез, объясняющих загадку; опыт рассуждения, критического отношения к своим мыслям и публичной защиты своих идей; и, наконец, опыт умозрения. Собственно, игра заключается в том, что дети должны самостоятельно пройти путь от наивных объяснений к моделированию сущности явления. Игра – потому что самостоятельно это сделать малыши не в силах, а взрослые не имеют права подсказывать решения, и не смотря на всё это, детишки создают такие модели. Это становится возможным, потому что мы, взрослые, играем вместе с ними и определяем правила игры. Мы создаём условия, которые будут подталкивать детей в нужном направлении. Мы будем управлять процессом познания школьников.

А дети, как известно, всегда готовы включиться в игру, даже если она новая и совсем неизвестная.

Сложнее взрослым. Взрослым людям, педагогам гораздо сложнее бросить, отпустить себя в игру. Сложно отказаться от роли всезнающего оракула, никогда не ошибающегося, всегда готового подсказать «как тут всё на самом деле». А подсказывать нельзя, игра не велит, да и «ответ» совсем не очевиден. Что же делать в такой безумно неудобной, дискомфортной ситуации взрослому авторитетному человеку? Спасение – в игре. Разрешить себе удивиться чуду, признаться себе, что причины явления и тебе совсем не ясны. Начать вместе с детьми размышлять над загадкой, ища опору в их дерзких предположениях. Включаться в общее дело своей сильной стороной.

А какая сильная сторона у педагога? Педагог умеет задавать вопросы. Педагог умеет сомневаться. Педагог умеет подобрать чёткую формулировку. Педагог может помочь обнаружить слабое место в рассуждении. Это и надо делать. Это и есть реальная помощь детям в игровой ситуации. Надо только сдерживать себя, если догадка к тебе пришла раньше, чем к ребёнку. Надо оставить право высказывать догадки и делать открытия детям, но не лишать себя при этом удовольствия от процесса познания, искания истины, запрещая себе решать задачу, дабы случайно, забывшись, не подсказать ответа.

Очевидно, сложная задача для учителя. Задача, требующая занять ученическую позицию, ученическую с точки зрения освоения нового для себя типа педагогической деятельности – мыследеятельностной педагогики. Начать осваивать новые незнакомые техники работы, разрешить себе на глазах своих учеников делать пробы, ошибаться, мучительно искать решения, спорить и принимать критику – учиться. Тем большее уважение вызвала решимость педагогов Воскресенской школы взяться за освоение техник мыследеятельностной педагогики.

На самом деле, такое самоопределение взрослых участников имеет решающее значение для исхода игры. Дети очень сильно ориентируются на своих учителей. А если с ними играет и сам директор школы, то детский энтузиазм просто творит чудеса. Если же школьники видят недоверие, страх, нежелание ввязываться, равнодушие со стороны взрослых, то ничто не заставит их отдаваться игре, погрузиться в неё. Дети будут вяло пытаться угадать, что от них хотят услышать, и броню отчуждения и недоверия пробить будет очень сложно.

Итак, данная игра носит образовательный характер для всех её участников. Однако важно понимать, в какой рабочий процесс мы планируем, собственно, вовлечь четвероклассников. Мы планируем:

- Показать детям природный феномен, действие природных сил, удивительное и непонятное. Явление надо будет зафиксировать в описании.
- Инициировать гипотезы, объясняющие явление. Гипотезы первоначальные никак не направлять и не корректировать. Они должны обнаружить для нас феноменологию детского сознания. Гипотезы должны быть спонтанными. Учителя-игротехники на этом этапе будут только поддерживать детское «творчество» и помогать оформлять гипотезы. Гипотезы (**каждую из них**) необходимо изобразить с помощью рисунка и описать словами.
- Разобрать, обработать все гипотезы. Это означает, что мы (организаторы игры) в начале должны для каждой гипотезы придумывать *процедуру проверки*, которую дети в состоянии осуществить сами. Далее – должны передать детям эту установку на «испытание гипотезы», чтобы они сами научились изобретать опыт, в котором гипотезу можно проверить, и отказываться от гипотезы, если она проверки не выдержала. Отказаться от своей идеи психологически ребёнку очень сложно. И именно принятие нормы «обработки» гипотезы освобождает его от жёсткой зависимости от своего изобретения.
- В результате критического «просеивания» множества гипотез, отобрать те, что выводят на идеи невидимого глазу устройства материи. С этими идеями мы продолжим работу, понуждая школьников конкретизировать догадки, превращая их в работающие модели физических явлений. «Работающие» означает, что на модели можно объяснить наблюдаемые феномены. Кроме того, эффективные модели позволяют изобретать новые опыты (например, придумать способ, как достать яйцо из бутылки, не повредив его).

В результате игры дети должны **изобразить на схемах и объяснить словами** природу действия сил, которые заставляют яйцо устремляться в бутылку, и природу механизма растворения сахара в воде, которая позволяет в полном стакане воды как-то разместить большое количество сахара, не переполнив стакана.

При этом, сам процесс исследования и рассуждения, в который мы погружаем школьников, вполне соответствует культурным

прототипам. Подобным образом размышляли наши великие предшественники, испытывавшие природу. Поэтому, с дидактической точки зрения, мы реализуем классические принципы выращивания мышления. Это принцип «эмбриологии знания», о котором писал В. В. Давыдов, это принцип проблемного обучения (именно в трактовке генезиса знания), на котором более 100 лет назад настаивал основатель отечественной дидактики П. Ф. Каптерев.

Таким образом, **в образовательные задачи** игры входит не только передача школьникам начальных представлений о молекулярно-кинетической теории строения вещества, но и формирование техник и способов исследовательской работы в естественных науках.

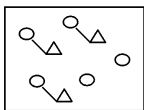
РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАМЫСЛА

Первый день игры

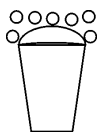
Первый день – день непосредственных реакций детей в попытках объяснить наблюдаемое явление. Короткий установочный доклад ориентирует детей на самостоятельную работу: мы будем сами добывать знания. Так, как это делают настоящие ученые-естествоиспытатели. Показываем опыты. Поражённые увиденным, дети расходятся по группам разгадывать загадки природы.

Группы «Сахар и вода». Ребятам удалось насыпать в полный стакан с водой 14 чайных ложек сахарного песка. Образовался ясно видимый водяной горб, вода горкой поднимается над краями стакана, но не выливается.

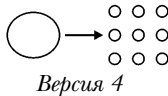
Версии объяснений:



Версия 1



Версия 3



Версия 4

1. Когда в стакан насыпали сахарный песок, вода стала гуще из-за того, что объединились молекулы сахара и воды. Образовалось желе. Поэтому вода не выливается.
2. В воде и сахаре есть воздух. Воздуху становится тесно и он выталкивает воду.
3. Горка воды держится, потому что её окружает воздух. Он удерживает воду в стакане.
4. Сахар распадается на мелкие части, распадается в «ничто».
5. Сахарный песок превращается в воду.
6. Сахар при растворении превращается в воду и сладость. Сладость прилипает к стенкам. Или так: сладость испаряется, а вода остаётся.

Из детских высказываний видно, что ученики не удержали задачу. Дети часто не контролируют, что именно они объясняют. Увлекаются своей конструкцией и начинают просто её отстаивать. Только четвёртая версия претендует на объяснение того факта, что большой объём сахара, попадая в стакан, не вытесняет из него воду. Но эта версия легко поддаётся критике: вода становится сладкой, значит сахар не исчезает, превратившись в ничто.

Третья версия пытается объяснить так называемый феномен «поверхностного натяжения» воды. Версия для нас интересная, т. к. в ней невидимый воздух представлен в виде частиц, которые к тому же «удерживают» воду в стакане. Но мы не можем «упасть» в разбор этой версии, т. к. важно вернуть детям исходную задачу: куда всё-таки девается большой объём сахарного песка, когда он растворяется в воде?

Версия о распадении сахара на воду и сладость очень интересна и изящна. В ней нет и следа как бы научных знаний, есть непосредственная попытка понимания сути происходящего. Ведь ещё совсем недавно, каких-нибудь три века назад люди считали что теплота – это особая материальная субстанция. К сожалению, эту версию тоже приходится критиковать, как не объясняющую пропажу большого объёма вещества.

В результате обсуждения докладов нам удалось добиться того, что школьники поняли и приняли-таки задачу. Задачу объяснить, куда девается большой объём сахара. Мы для этого даже рисовали рядом с их стаканом стакан, в который насыпано 14 ложек песка (речного), чтобы этот объём стал видимым и сопоставимым с высотой небольшого водяного горбика.

Группы «Яйцо и бутылка». В этих группах нет трудности удержать задачу. Все недоумевают: как удаётся пухленькому яйцу протиснуться через узкое горлышко, и пытаются объяснить это явление.

1. Жар от горящей спички поднимается к яйцу. Белок спекается, делается жёстким и лопается. Из него в бутылку выпадает желток. Пустая оболочка из белка падает следом.

Критика элементарна: да, в одном из опытов яйцо лопнуло. Но в других случаях (вы это видели) оно лишь слегка деформировалось в процессе продвижения по горлышку бутылки, но проникло внутрь совершенно целым и невредимым.

2. *При нагревании горлышко бутылки расширилось.*

Если это так, то можно измерить горлышко в холодном состоянии и затем в нагретом.

Мы получим разные результаты измерений, если версия верна. Измерять можно ниточкой, обернув её вокруг горлышка бутылки. Эту процедуру вы проделаете сегодня вечером дома с помощью родителей. Договорились?

3. *При нагревании яйцо сжимается. Это даже видно.*

Отношение: Давайте проверим. Надо измерить холодное яйцо и нагретое, например, в горячей воде. Результаты доложите завтра.

4. *Огонь имеет такие крючки, они зацепляют яйцо и втягивают его в бутылку.*

Надо проверить: положим на металлический противень (чтобы пожар не устроить) яйцо, а на расстоянии сантиметров 10–15 положим зажжённую бумажку. Посмотрим: притянет ли огонь яйцо к себе. Противень можно смазать маслом, чтобы уменьшить трение.

5. *Дым от горящей спички проникает в щели между яйцом и бутылкой, обволакивает яйцо и втягивает его.*

В этой версии ребёнок представляет себе дым как некое щупальце, обвивающее несчастное яйцо и втягивающее его к себе в бутылку. Прежде чем строить критику, мы просим автора конкретизировать и нарисовать, как именно действует дым. В процессе прорисовки версия рассыпается.

6. *Версия более эстетическая, даже музыкальная, чем научная:*

Грохот, дым – как цыплёнок вылупляется из яйца!

Мы были не готовы к такой картинке. И сейчас не знаем, как с ней наилучшим образом обойтись.

7. *Огонь сжигает кислород, образуется углекислый газ.*

Абсолютно верное утверждение, и в такой же степени бесполезное для нас. К разгадке явления нас оно не приближает. Хотя всё равно полезно попросить автора нарисовать **это**. Если начнёт рисовать, возможно произойдет общее наше продвижение вперёд. Однако, дети, которые выдают «правильные» ответы, обычно их нарисовать не могут, потому что мысль чужая и непонятная им самим.

Если в обсуждении первого опыта мы работали с понятием **объём** вещества (сахара), заставляя задуматься: куда он, этот объём, девается при растворении, то в задаче с яйцом мы задаём вопрос о **силе**, которая толкает яйцо, о природе этой силы. Мы используем версию и картинку из первой задачи (воздух держит воду), чтобы натолкнуть на мысль попытаться нарисовать невидимый воздух и во второй задаче.

С головой, переполненной впечатлениями, и с заданием на дом детишки расходятся, бурно обсуждая необычный учебный день: *«Эта тётя что, совсем ничего не знает?! Все вопросы нам задаёт...»* (это обо мне).

Работа с педагогами

В первый день игры учителя-игротехники не знали решения задач (они впервые увидели опыты во время установочного доклада), и в этом отношении были в равном положении с детьми. Взрослые решали в группах техническую задачу: помочь детям оформить их версии и обеспечить наличие рисунков на ватмане, иллюстрирующих гипотезы детей. Во второй день игротехники должны были, по замыслу, выполнять гораздо более сложную работу: так строить взаимодействие с детьми, чтобы управлять процессом построения модели. Модели, объясняющей загадку явления. Для этого необходимо владеть **логикой развёртывания содержания**. А как минимум – знать решение задачи.

Именно поэтому после того, как дети отправились домой, мы с учителями расположились в классе вокруг доски. Жанр образовательной игры не позволял просто рассказать решение. Чтобы научиться управлять познавательной деятельностью детей, необходимо иметь собственный опыт самостоятельного прорыва к идее, к видению идеальной составляющей модели. Поэтому обучение учителей строилось тоже как ситуация учения-обучения.

– Куда девается сахар, попадая в стакан с водой? В какой ситуации большой объём вещества может «затеряться» в стакане с водой? Как это возможно в принципе?

Я не устаю формулировать **вопросы** в поисках той формулировки, которая вытолкнет людей к принципиальной догадке. Кроме вопросов, есть ещё один способ помощи (Сократ называл свою работу маевтикой – помощью в процессе рождения идеального). Этот способ – **моделирование сложного явления на житейских, бытовых примерах**. Кому-то на ум пришла

картинка переполненного автобуса: «Если автобус полон, мы стоим вплотную друг к другу. Больше ведь никто не сможет встать...»

– *Как бы не так! Вспомните картинку: к остановке подходит переполненный автобус. Кажется, что туда не войдёт ни один человек. Однако через минуту в автобусе уже все, кто ждал его на остановке! И как же это возможно?*

– Значит, было таки пустое место!

Это рано или поздно должно было произойти, произойти с неизбежностью. Случилось. Догадка осенила. И сразу мысль стала совершенно очевидной, ясной и прозрачной.

– Где-то должна быть **пустота!**

– Конечно! Только в пустотах, или в промежутках, или в карманах может рассредоточиться вещество так, что общий объём воды останется прежним.

Идея (или идеализация) **пустоты** является ключевой для данной задачи. После того, как она осознана, можно изобретать конкретные гипотезы строения частиц воды, частиц сахара, их взаимодействия, размещать мысленно пустоты в разных местах, а затем проверять свою конструкцию. Проверять, позволяя ли конструкция объяснить все наблюдаемые в опыте феномены. Например, сахар, частично не растворённый, остаётся лежать на дне стакана, а вода всё равно не выплёскивается. Если допустить, что пустоты есть только в частицах воды, то это наблюдаемое явление нельзя объяснить. И почему, кстати говоря, сахар теряет свою матовость в воде и делается прозрачным?

Когда мы нарисовали предполагаемое устройство частиц воды и частиц сахара, когда начинаем рисовать их взаимодействие, движение, взаимопроникновение в процессе растворения, можно говорить, что мы работаем на *модели*. Мы создали *модель* взаимодействия воды и сахара в процессе растворения.

Итак, в данной задаче **логика развёртывания содержания** такова:

1. Дохождение до идеализации **пустоты**.
2. Конкретизация идеи в **модели** процесса растворения сахара в воде, в версии строения веществ и характера их взаимодействия.
3. Экспериментальная проверка версии и её уточнение.


Педагогические способы работы на каждом этапе:

1. Вопросы, моделирование базового отношения на житейских ситуациях, схема идеального содержания.
2. Схематизация конкретных вариантов реализации идеи.

3. Проверка. Сопоставление конкретной модели и различных опытных данных. В случае обнаружения противоречащих модели явлений – корректировка модели.

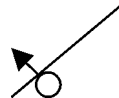
Если сравнить логику развёртывания содержания и конечную форму фиксации решения задачи, становится совершенно ясно, что решения как такового совершенно недостаточно, чтобы организовать педагогическое управление (рефлексивное управление) процессом решения задачи учениками. Необходимо владеть, свободно удерживать логику развёртывания содержания! В противном случае, педагог может лишь мягко намекать, подсказывать искомое решение. Самостоятельное мышление ребёнка на этом прекращается.

Объективное содержание второй задачи:

1. Воздух состоит из **частиц**. 

Частицы непрерывно **движутся**.

В движении они *сталкиваются* между собой или наталкиваются на препятствия. Столкновение – это **удар**. Удар – это **давление**.



2. Внутри бутылки частицы воздуха сторают. Изнутри на яйцо больше ничто не давит. А снаружи частицы воздуха продолжают оказывать давление на яйцо. Это давление и загоняет яйцо в бутылку.

В решении этой задачи решающее значение оказала работа со схемами. Учителя приняли требование: каждый свой смысловой проход изображать на схеме. Это и обеспечило общее продвижение к результату.



Затем мы с коллективом учителей постарались отрефлексировать ход и способ работы, только что приведший к успешному решению задач. У людей было отчётливое переживание, что это их собственное решение. Это связано с тем, что и вопросы, и требование сделать рисунок, иллюстрирующий мысль, и житейские ситуации в роли модели некоторого принципа не воспринимались как подсказки. Да они таковыми и не являлись. Всё, что требовалось от педагогов – это воспроизвести прожитую здесь и сейчас форму работы, но только в новой позиции. В позиции управления решением задачи.

В тот момент это казалось совсем простым.

Второй день игры

С детьми мы расстались на том, что они дома обязались проверить некоторые свои гипотезы. На проверку опытом я отправляла те гипотезы, которые были заведомо ошибочны и не нужны мне как материал дальнейшего продвижения (например, «горлышко при нагревании расширяется»). Однако это очень важно: не отбросить мысль ребёнка жёсткими словами «это неверно», а понудить его самого проверить свою гипотезу. При систематическом таком отношении к самостоятельности ученика, у него формируются здоровые привычки, своеобразная гигиена мысли.

Но это всё в будущем. А сейчас надо «зарядить» школьников на сложную, непривычную для них работу. Это вчера всё было весело – опыты, рисунки, идеи, яркие эмоции. Сегодня всё должно быть по-другому. *Невидимое* глазу строение вещества, рассуждения о *невидимом*, рисунки *невидимого*. Невидимое! Как это всё возможно, когда им всего по 10 лет, а за окном лупит во всю солнце, каникулы, и в жизни так много всего интересного.

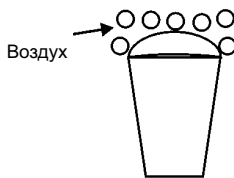
Я рассказываю детям про Сократа, о том, как он помогал людям пробуждаться от сна невежества и становиться мыслящими, и как эти самые люди приговорили его к смерти. О том, как Сократ учил умозрению. Умному зрению. Видеть умом то, что глаз рассмотреть бессилён. Об этой удивительной способности, редкой «как танцы лошадей». О том, что мы с ними уже сделали первые шаги, чтобы научиться такому.

Я говорю им, в чём эти шаги заключаются:

1. Вы усмотрели умным своим зрением, что воздух – это не пустота и ничто, воздух – это нечто. И это нечто, может быть, например, удерживает выступающую над стаканом воду.

И вы изобразили эту материю воздуха в виде множества частиц. А ведь этого не видно глазу. Это ваша *мысль*. Она потом может оказаться неверной или не вполне точной, потребует доработки и уточнения. Но это нормально, так бывает всегда, в этом суть всякой работы. Главное заключается в том, что вы смогли положить перед своим мысленным взором первоначальную мысль, *исходную идеализацию* – *воздух состоит из частиц!*

2. Вы сообразили, что субстанции воды и сахара тоже разумно видеть состоящими из частиц. И различия этих частиц задают различия веществ, с которыми мы имеем дело.



Вы «увидели» то, что роднит, объединяет совершенно разные внешне предметы – их корпускулярность. Корпускула (от латинского *corpusculum*) – частица. Фактически вы пришли к тому, что открыл знаменитый древнегреческий философ-атомист Демокрит, и что человечество вот уже более двух с половиной тысяч лет почитает величайшим завоеванием мысли.

3. Вы предположили, что частицы воздуха могут оказывать *давление* на предметы (воздух удерживает водяной пузырь). Это пока предположение. Ведь вода может держаться за счёт чего-то другого, как вы говорили: «сладкая вода становится похожей на желе».

А как увидеть, что воздух держит? Кто может это показать? Ведь яйцо без бутылки держаться на воздухе не будет, оно упадёт, это очевидно. Яйцо удерживается краями горлышка бутылки. А воздух, он может что-то удержать?

– Воздух лёгкое что-нибудь держать будет. Вот салфетку, например.

– *Покажи.*

Смотрим, как порхает в воздухе клочок салфетки. Смотрим и на то, как стремительно падает деревянный кубик.

– *Интересно, воздух только снизу поддерживает предметы?*

– Нет, он и сверху тоже давит.

Бросаем вверх тот же бумажный листок и кубик тоже, чтобы почувствовать разницу.

– *Нарисуй, как воздух давит на салфетку.*

– ↓

Интересно, что ребята рисуют отдельно стрелочки и отдельно кружочки, изображающие частицы воздуха. Значит, от вопросов им не отвертеться:

– *Что означает у тебя стрелочка?*

– Воздух давит.

– *А воздух как нарисовать?*

– Кружочками.

– *А давит-то что? Как нарисовать, чтобы было понятно, что воздух давит?*

– Стрелочку надо от кружочка вести!



– *Ну, теперь вы готовы к тому, чтобы довести свои исследования до победного результата! Можно расходиться по группам. Встречаемся в 11.30.*

В группах педагоги активно используют науку, полученную накануне вечером. С младшими школьниками особенно эффективен приём моделирования некоторого принципа на житейских бытовых ситуациях. Учителя предлагают детям обратиться к нескольким различным опытным впечатлениям, что позволяет выделить общее в них, общий принцип.

Например. Дети обсуждают гипотезу, что частицы сахара превращаются в частицы воды при растворении. Педагог предлагает этот процесс разыграть: «Пусть мальчики – это частицы воды, девочки – частицы сахара. Стульями окружим пространство как бы внутри стакана. Мальчики, заполняйте «стакан». Теперь мы, девочки, «засыпаемся» к вам, перемешиваемся» (в классе хохот).

– Игорь, ну что? Ты в меня превратился?

– Нет.

– А что произошло?

– Мы потеснились, вы и вошли в стакан.

– А почему мы смогли сюда войти, вроде бы всё место было занято?

– Так только казалось. Значит, было свободное место! Мы потеснились, вы его и заняли.

– Запомним этот наш опыт.

Далее следует воспоминание о поездке в переполненном автобусе. Потом мысленный эксперимент с картошкой: если картошку очистить и положить в кастрюлю, она займёт какое-то место. Если теперь её мелко порезать, как изменится общий объём картошки? Понятно как. Ещё один пример: воздушные шарики. Если комнату заполнить воздушными шарами до самого потолка, можно ли будет что-то ещё в комнату поместить? Можно очень много теннисных мячиков запихать, между шарами-то какие дырки останутся!

В результате дети, конечно же, «прозревают» и начинают «видеть» идею **пустого места**.

Справедливости ради надо сказать, что, благодаря таким примерам, видят они не только идею пустоты, но конкретную модель процесса растворения. Модель заключается в том, что пустые места между частицами воды заполняют частицы сахара. Эту модель школьники с удовольствием рисуют на плакате, готовясь к выступлению на общем заседании. Там мы её и будем анализировать.

Для того, чтобы разобраться с тем, что происходит с яйцом, учительница поступила ещё проще: «Давайте побегаем по классу». Предложение встречено с энтузиазмом и тут же реализовано (в этом возрасте ещё не останавливают вопросы типа «а что это нам даст?»). Тут же раздаётся возмущённый вопль.

- Что случилось?
- Никита на меня *налетел*.
- Налетел! И что ты почувствовала?
- Он мне ногу *отдавил!*
- Отдавил!

Как строилась работа дальше, мне неизвестно. Наверное, необходим ещё один пример, требующий только воображения: «Представьте, что на открытом окне лежит огромный воздушный шар, который наполовину входит в комнату, наполовину высовывается на улицу. Если мы будем бегать по комнате так, как сейчас это только что делали, что произойдёт с шаром?»...

Далее, по норме, необходимо в этот момент переходить к работе на доске, к работе **со схемой**. Пытаться изобразить схематично то, что мы себе вообразили. Двигаться от одной «схемульки» к другой, уточняя и формулируя мысль. Попутно задавать детям вопросы, когда видишь и понимаешь, на чём именно стопорится, буксует работа детского сознания. Понуждать, выталкивать детей к порождению, продуцированию собственного знания. Думаю, что было всё не совсем так.

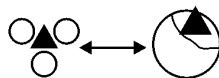
Думаю, что неопытные ещё игротехники просто использовали полученный опыт «налетания» и «отдавливания» как аналогию для того, чтобы *объяснить* детям, что «на самом деле» происходит с яйцом, спичкой и бутылкой. Попросту «рассказать правильное знание», как они привыкли делать это на уроке.

Право на такое предположение мне дала живописная картина выступления детей с итоговыми докладами. Дети рассказывали не очень уверенно, как бы «не своё», скашивая глаза на своих игротехников. А учителя в волнении подпрыгивали на задних рядах и увлечённо, громким шепотом подсказывали докладчикам «что ещё нужно сказать».

В этом нет ничего удивительного и ужасного. Нельзя рассчитывать, что опытный педагог с большим стажем работы за один «урок» изменит свой наработанный способ взаимодействия с детьми. Освоение мыследеятельностой педагогики – это сложное дело, долгий путь. Важно, что педагоги Воскресенской школы встали на него. Это означает, что результат будет, будет непременно.

Аигра ещё продолжалась. На плацдарме столкнулись версии взаимодействия воды и сахара. Мнению большинства (сахар заполняет промежутки между частицами воды) была противопоставлена гипотеза Маши. Маша принесла её из дома, видимо об-

суждала проблему с родителями. Версия Маши заключалась в том, что в самих частицах воды (или сахара) есть пустоты, карманы. В эти карманы и забираются частицы другого вещества.



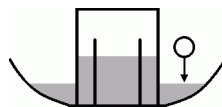
Какая гипотеза более достоверна? Это можно выяснить только в споре, выдвигая критические соображения в адрес версии оппонента. Детишки этого пока, конечно же, не умеют. Но перспективы мы для всех участников игры мы всё же обозначили.

– Давайте предположим, что первая версия верна. Это означает, что между частицами воды есть приличное расстояние. В этом случае мы бы могли сдавливать воду, уменьшать под давлением её объём. Ведь с газом такое возможно. Мы знаем, что бывает разреженный воздух, и сжатый воздух тоже бывает. А вот с водой сделать подобное ни у кого не получалось. Видимо большого расстояния между частицами всё же нет.

Версия Маши остаётся пока более сильной гипотезой.

Гипотеза о том, что яйцо вбивают в бутылку внешние частицы воздуха, не встречая сопротивления изнутри, поскольку внутренние частицы сгорели, не имела альтернативы. Но единодушное приятие ещё не означает (как это ни грустно) всеобщего понимания модели. И это легко проверить.

Мы показываем новый опыт. Ко дну тарелки пластилином приклеены две торчащие вверх спички. В тарелку налита вода, для наглядности подкрашенная зелёной. Зажигаем спички и опускаем на них перевернутый вверх дном стакан. Спички через некоторое время гаснут, и вода в стакане устремляется вверх.



Новый опыт

– Что произошло? Почему вода поднялась вверх?

Алёна. В стакане воздух сгорел. А здесь (показывает на воду за границами стакана) давит воздух. Он и выдавил воду в стакан.

– А нарисовать можешь?

– Могу.

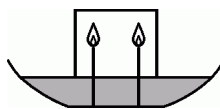


Рисунок Алёны

То, что смогла сделать Алёна, сможет далеко не каждый участник игры. Скорости освоения мыслительных техник у всех разные. Это нормально. Однако, Алёна – это живое доказательство того, что игра предоставила возможность. И она, Алёна, этой возможностью воспользовалась.

Московская область, г. Воскресенск, 2005 г.

Приложение 1

Программа учебной игры
с учениками 4-х классов СОШ № 26
«**Моделирование в естествознании**»

День 1. 26.03.05 суббота.

**Наблюдение и удивление. Выдвижение идей (гипотез)
для объяснения удивительного и попытка их «зарисовать».**

8.30—9.00. Установочный доклад. Демонстрация опытов. Постановка задачи.

Распределение участников по группам

9.10—11.00. Работа в группах.

1. Как поняли задачу.

2. Гипотезы и версии объяснения удивительного в опыте.

Работа над задачей:

1) задать и записать на доске все возникающие вопросы и недоумения,

2) записать на доске все версии, объясняющие явление,

3) изобразить каждую версию с помощью рисунка,

4) решить, какие версии группа вынесет на общее обсуждение.

3. Подготовка доклада и оформление рисунков.

10.10—10.25. *Завтрак*

11.30—13.10. Доклады групп, критика моделей и общее обсуждение по теме дня.

13.10—13.30. *Обед*.

13.30—14.30. Продолжение общего обсуждения.

14.30—16.30. Рефлексия игрового дня для игротехников

День 2. 27.03.05, воскресенье.

Продолжаем объяснять удивительное...

Как мы объяснили удивительное? Зрение и умо-зрение.

9.15— 9.45. Установка руководителя игры.

9.45—10.10. Работа в группе по теме дня.

1. Рефлексия предыдущего дня работы. Какие новые идеи появились в обсуждении?

2. Как изменить (усилить, достроить) гипотезу. Зарисовать главный принцип.

3. Подготовка доклада и оформление схем.

10.10—10.25. *Завтрак*

10.25—11.25. Продолжение работы в группах.

11.30—13.10. Доклады групп и общее обсуждение по теме дня

13.10—13.30. *Обед*

13.30—14.00. Продолжение общего обсуждения. Рефлексия работы: какая была задача, как её решили.

14.30—16.30. Рефлексия игрового дня для игротехников.

*Приложение 2***Техническое обеспечение игры**

1. Ватман (8 листов).
2. Две доски. Магниты, чтобы держать ватман. Мел, тряпка.
3. Скотч и ножницы (оставлять все рисунки на стенах аудитории на время игры).
4. Маркеры. На каждую группу три цвета.
5. Банка, варёное яйцо, спички.
6. стакан, горячая вода, сахарный песок, чайная ложка.
7. Программки игры для всех участников.
8. Списки групп и игротехников в группах.
9. Тетрадь для сессий у каждого ученика.