

## Моделирование как условие порождения подростками осмысленных гипотез (на примере гипотез о строении и функционировании живых существ)\*

А.А. Егорова

аспирант и сотрудник лаборатории теоретических и экспериментальных проблем психологии развития Психологического института РАО

Исследование направлено на выявление условий порождения осмысленных гипотез подростками. Было высказано предположение о том, что основную роль в этом процессе играет модель, отображающая существенные отношения и выступающая в роли средства рассмотрения конкретной предметной реальности. Для проведения исследования был выбран материал о строении и функционировании живых существ.

Обучающий эксперимент проводился с учащимися VIII–IX классов школ Москвы и Перми. Часть испытуемых училась по стандартной образовательной программе, часть — по системе Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова. В исследовании были выстроены формы экспериментального обучения, показавшие роль процесса моделирования в становлении осмысленных гипотез. Было показано, что переход от порождения аутистических (на основе фантазирования) и эгоцентрических (на основе субъективных предпочтений и прошлого опыта) гипотез к порождению осмысленных гипотез осуществляется через построение модели, отображающей существенные отношения предметной области, относительно которой строятся гипотезы.

**Ключевые слова:** порождение гипотез, осмысленные гипотезы, моделирование, теоретическое мышление, способ действия.

В области мышления вся история науки от геоцентризма до революции Коперника, от ошибочных абсолютов физики Аристотеля до относительности принципов инерции Галилея и до теории относительности Эйнштейна показывает, что требуются века, чтобы освободить нас от систематических ошибок, от иллюзий, вызванных непосредственной точкой зрения, противоположной «децентрированному» систематическому мышлению.

*Ж. Пиаже*

Порождение гипотез — один из важнейших этапов развития мышления в детском возрасте. Условия, при которых высказывания детей превращаются в гипотезы, изучены недостаточно. Если на детях младшего школьного возраста такая работа уже проводилась [15], то в средней школе эта проблема все еще остается одной из наименее исследованных.

Известно, что в процессе развивающего обучения, построенного на основе теории учебной деятельности Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова, при переходе от младшего школьного возраста к подростковому меняется характер обобщений, а также способ постановки и решения учебных задач. В начальной шко-

ле идеализированный объект в учебной деятельности (схема, график, чертеж и пр.) возникает путем анализа и фиксации преобразующих действий. Первичной действительностью оказываются преобразующие объект действия субъекта. Так, например, число в курсе математики для первоклассника появляется как средство для решения задачи сравнения величин; изолиния в курсе естествознания — как средство внесения дополнительной информации в «плоскую», двумерную карту.

Понятия, которые осваиваются в средней школе в таких, например, предметах, как физика или биология, качественно иные по способу их выведения.

\* Лауреат конкурса квалификационных работ выпускников учреждений высшего профессионального образования Москвы и Московской области, лучшая работа в номинации «Образование и культура».

Безусловно, родились они в той же «первичной действительности» — в преобразующих действиях ученика. Однако, в отличие от поиска общих способов построения понятий в начальной школе, поиска, который завершается фиксацией, материализацией удачно найденных отношений, при построении биологических или физических понятий, как правило, фиксируется неудача практического действия. Процесс усложняется, так как объектом изучения становится живая природа. При построении такого рода понятий максимально развернутыми и материализованными должны быть действия, которые в ходе научного исследования осуществляются часто незаметно: действия конструирования и переконструирования образа изучаемого объекта. Это действия, подобные «пасьянсу» из карточек, который раскладывал Д.И. Менделеев, открывая периодический закон. Построение гипотетической системы мысленных моделей позволяет визуализировать, делать доступным для обсуждения и видимого преобразования предполагаемое устройство живущего своей жизнью объекта. Именно такой путь помогает строить образ изучаемого объекта все более приближающимся к реальности.

При построении осмысленных гипотез ученик вначале должен создать (выстроить) идеализированный объект, выразить его в терминах собственных действий, решить задачу живого объекта, как ее решил бы сам этот объект. Это действие эквивалентно анализу, приводящему к обнаружению существенного отношения при построении понятия в начальной школе. Оно также заканчивается фиксацией найденных отношений в знаково-символической форме — в виде формулы, высказывания, схемы. Это действие построения и переконструирования модели объекта. Полученная таким образом модель становится своеобразными очками, через которые объект виден с определенной точки зрения. Осмысленная гипотеза, по нашему мнению, и есть результат рассматривания реальности через такие очки. Определение условий, при которых в средней школе возможно выдвижение детьми осмысленных гипотез, является одной из наиболее актуальных задач развития теории учебной деятельности.

\* \* \*

В отличие от логики, где гипотеза рассматривается с точки зрения результата мышления и способов его получения, психология исследует порождение человеком гипотез как механизм процесса мышления, как само движение мысли. «Центральная психологическая проблема, поставленная в первых исследованиях гипотез и не утратившая актуальности, — как совершается процесс “генерирования”, возникновения тех или иных гипотез» [1].

Данное исследование выполнено в русле психологии развития. Именно психология развития, по точному определению Л.С. Выготского, призвана «превратить вещь в движение, окаменелость — в процесс» [2, с. 100]. В качестве объекта выступило развитие мышления в подростковом возрасте. Почему именно подростковый возраст? Еще Ж. Пиаже говорил о том, что главным новым качеством мышления подростка

(11–15 лет) является способность формального рассуждения, т. е. способность рассуждать с помощью вербально сформулированных гипотез. В отличие от ребенка 7–10 лет, ребенок 12–15 лет, решая задачу, начинает составлять перечень всех возможных гипотез и только после этого последовательно проверяет их. По словам Ж. Пиаже тип поведения в эксперименте, направляемый гипотезами, основывается на моделях, в большей или меньшей степени причинных. Такое поведение, по его мнению, предполагает формирование новых логических структур. Основной структурой становится внутренняя structure d'ensemble, общая система, объединяющая группу и решетку. Пиаже считает ее основой всего мышления подростка [14]. Эти структуры являются основой элементарного научного мышления.

Ж. Пиаже поставил перед исследователями еще один вопрос. Это вопрос о том, достаточны структуры формального интеллекта для гипотетического мышления в разных областях деятельности «или же появляются новые, специфические структуры, которые только еще предстоит обнаружить и изучить» [10, с. 234].

Вслед за Ж. Пиаже, Г. Эбли и другими психологами Н.А. Подгорецкая для изучения приемов логического мышления специально подобрала экспериментальный материал, который, с одной стороны, мог быть проанализирован в соответствии со всеми логическими правилами, а с другой — провоцировал бы непосредственный ответ с различными «систематическими ошибками» (термин Ж. Пиаже). Соответственно, эти задачи давались взрослым как диагностические для выявления аналогов «феноменов Пиаже». Проведенный Н.А. Подгорецкой эксперимент показал, что «при создании соответствующей структуры задачи у взрослых можно получить результаты, сходные с результатами необученных детей: ориентировка на случайные признаки, которые являются наиболее «яркими», нерасчетливость параметров изучаемых объектов, неумение отвечать на заданный вопрос, подмена объективной оценки субъективной... нечувствительность к противоречиям, давление житейского уровня объяснений над логическим и пр.» [13, с. 127]. Н.А. Подгорецкая заметила, что «описанные Ж. Пиаже стадии не отражают возрастные характеристики в развитии интеллекта, а констатируют дефекты мышления, которые в условиях стихийного его становления могут иметь место в любом возрасте» [13, с. 136]. По ее мнению, «...полученные результаты не могут быть полностью объяснены несформированностью логической структуры, во всяком случае нет гарантии, что обнаруженные дефекты не связаны с плохим усвоением конкретного содержания... понятий» [13, с. 138].

Таким образом, можно предположить, что для умения оперировать гипотезами необходимо не только наличие определенных базовых логических структур, которые, согласно Ж. Пиаже, появляются в подростковом возрасте. Человек, выдвигающий интересные, разумные гипотезы при решении физических задач, может оказаться профаном в биологии. То есть наличие базовых структур не гарантирует успешного решения задач (в том числе выдвижения осмысленных гипотез)

не только подростком, но и взрослым человеком, когда речь идет о работе в малознакомой области. Именно поэтому появляется необходимость в исследовании структуры, обеспечивающей выдвижение осмысленных гипотез (способность мыслить гипотетически, согласно Ж. Пиаже) в конкретной предметной области.

Следуя экспериментальной традиции отечественной психологии, изучающей зависимость развития мышления от обучения и, конкретнее, от способа обучения [2, 5–9, 19–21 и др.], необходимо проанализировать, каким образом можно организовать обучение, чтобы изменить способ мышления учащихся, чтобы гипотезы из «аутистических» (необоснованные предположения на основе фантазирования) и «эгоцентрических» (предположения, не учитывающие всей ситуации в целом, центрированные на одном из условий, зависящие от субъективных предпочтений и прошлого опыта) достигли уровня осмысленных (предположения, основанные на объективных критериях, составляющих основания собственных действий).

Д.Б. Эльконин одним из первых выявил значение моделирования для развития мышления: «То, что через построение... моделей происходит очень интенсивное овладение теми сторонами действительности, которые выражены или воссозданы в модели, заставляет нас задуматься над тем, а не является ли моделирование ребенком определенных сторон действительности и законов их строения, проводимое под руководством учителя, общим принципом усвоения» [4, с. 48].

Можно предположить, что переход от порождения «аутистических» и «эгоцентрических» гипотез к порождению осмысленных гипотез осуществляется через построение модели, отображающей существенные отношения предметной области, относительно которой рождаются гипотезы.

\* \* \*

Эксперимент проводился с учащимися VIII–IX классов школ Москвы и Перми. Часть испытуемых училась по стандартной образовательной программе, часть — по системе Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова. Основная группа испытуемых была представ-

лена девятью учениками VIII класса школы №91 Москвы, обучающимися по системе Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова. Дети были предварительно обследованы по ряду методик и показали высокие результаты по IQ, международному тесту PISA и поисковой активности (данные по поисковой активности испытуемых предоставлены Г.А. Цукерман).

Испытуемые были разделены на три равные группы («тройки»). Это было сделано для того, чтобы получить возможность опробовать разные способы организации действий детей и оценить их возможности. В табл. 1 представлен состав групп. Группы из трех человек были уравнены по уровню поисковой активности, так как именно эта психологическая характеристика для данного исследования наиболее значима.

Работа в «тройках» на этапе обучающего эксперимента организовывалась по-разному. Различия в работе групп представлены в табл. 2.

**Этап диагностики** состоял из двух частей: 1) выявления базовых представлений детей о границе живого существа и функциях организма животного; 2) диагностики понимания детьми устройства и функционирования живых существ. Выявление базовых представлений детей о границе живого существа и функциях организма животного позволяло определить уровень испытуемых, для того чтобы учитывать его в дальнейшей работе.

Диагностика понимания детьми устройства и функционирования живых существ состояла из шести различных заданий. В ряде заданий требовалось высказать некоторые общие предположения — гипотезы — об устройстве и функционировании живого организма: «Вы увидели неизвестное животное. Оно достаточно маленькое (около 2 см длиной), покрыто твердым хитиновым панцирем. Что можно с уверенностью сказать о внутреннем устройстве этого животного? Чего нельзя сказать?»

В других заданиях испытуемые имели дело с наглядной ситуацией: «Рассмотрите изображения внутренних органов некоторого многоклеточного животного (известно, что оно небольшое по размерам). Что это за органы? Выскажите обоснованные предположения».

Т а б л и ц а 1

Состав групп

Испытуемые	Первая «тройка»			Вторая «тройка»			Третья «тройка»		
	Стас М.	Сереза Х.	Гриша Ж.	Паша Г.	Дина Б.	Ира К.	Оля П.	Настя Б.	Сереза Б.
Возраст (лет)	13	13	14	14	13	13	14	13	13
Поисковая активность (баллы)	79	71	70	80	70	69	70	47	94
Средняя поисковая активность группы (баллы)	73,3			73			70,3		

Организация работы в «тройках»

Этапы обучающего эксперимента	Наличие этапа обучающего эксперимента		
	Первая «тройка»	Вторая «тройка»	Третья «тройка»
Этап предварительной диагностики уровня знаний и понимания структур и функций организма многоклеточного животного	+	+	+
Этап приведения к базовому уровню знания и понимания изучаемого предмета	+	+	+
Этап совместного конструирования вариантов возможных структур для осуществления основных функций организма	+	+	+
Соотнесение построенных структур с реальностью	-	+	+
Этап конструирования живых существ с помощью смоделированных ранее структур	+	+	+
Анализ полученных вариантов	-	-	+
Этап заключительной диагностики			

На этапе предварительной диагностики с целью обнаружения ошибок и пробелов в знаниях учащихся выявлялся уровень их понимания структур и функций организма многоклеточного животного.

**Этап приведения к базовому уровню.** Этот уровень определялся с учетом предполагаемых результатов обучения биологии в VI классе.

Приведение к базовому уровню состояло в том, чтобы уподобить дыхание и горение; показать на модели костра выделение энергии при горении (тепло); объяснить необходимость подачи «пищи» и кислорода, удаления углекислого газа и воды; назвать эти функции, связать их между собой, ответив на вопрос: «Что для чего?»; указать место осуществления этих функций на схеме простого круга — границы; противопоставить две функции границы, подумать над возможным ее устройством; зафиксировать избирательную проницаемость; различить функции (защиту, обмен веществ) и свойство (избирательную проницаемость) границы.

На этапе совместного конструирования испытуемые вместе с экспериментатором строили наиболее полную таблицу структурных вариантов осуществления функций газообмена, питания, выделения. Для каждой функции нужно было подобрать основные варианты структур, понять, в чем их ограничения и каковы их преимущества; выяснить, какой образ жизни должно вести существо, обладающее такой структурой.

Данный этап разворачивался следующим образом: на примере функции газообмена испытуемые обнаруживали общие способы построения границы живого существа (одноклеточного и многоклеточного). Моделируя границу с помощью цветных ниток, дети определяли возможное соотношение

проницаемой (обменной) и защитной (непроницаемой) частей, а затем преобразовывали получившуюся границу и получали разные варианты возможных структур. В качестве примера можно привести фрагмент протокола работы испытуемых из второй «тройки».

**«Экспериментатор.** Толстые нитки обозначают защитную поверхность, а тонкие — поверхность газообмена. Теперь, учитывая то, что общая длина тонких ниток должна быть больше общей длины толстых, попробуйте сделать разные варианты границы существ, имея в виду функции газообмена и защиты.

Паша Г. и Ира К. делают свои варианты, Дина Б. пробует, но у нее не получается.

Через 10 минут готовы следующие модели:

Модель Паши



Модель Иры



Модель Дины — нет

**Э.** Давайте посмотрим, что у вас получилось, и обсудим ваши модели. Что получилось у Паши? Какие достоинства и недостатки у такой модели?

**Ира.** Хороший объем, ну, площадь газообмена.

**Паша.** Хорошая защита газообмена.

**Э.** Ну что, давайте подумаем, как назовем первую модель?

**Дина.** Спрятанный газообмен. Большой спрятанный газообмен.

**И.** *Надо что-нибудь про сущность, что-нибудь хорошее придумать... Скомканный газообмен. Скомканный складчатый газообмен или скомканная складчатость газообмена.*

**Э.** Так, а что можно сказать о модели Иры? Плюсы, минусы.

**И.** Большая поверхность газообмена, не защищена.

**Э.** Как назовем?

**Д.** Незащищенный, но большой газообмен.

**И.** Не-ет.

**П.** Нескомканный незащищенный.

**Э.** Хорошо! (Записывает названия.) Какие еще могут быть варианты? Подумайте над вашими моделями.

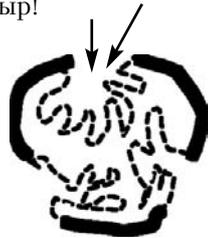
**Д.** *Может, эти две модели совместить?*

**Э.** Каким образом?

**Д.** Не знаю. *(На Ириной модели начинает убирать тонкие нитки внутрь конструкции.)*

**И.** А! Вот здесь поверхность... (показывает на толстые нитки).

**Д.** А вот здесь много дыр!



Модель Дины

**П.** Всё равно. (Показывает на свой вариант.)

**И.** Здесь больше дырочек.

**Э.** Что это дает?

**Д.** Ничего. А! Объем большой, но защищенный. И тоже скомканный...

**Э.** Замечательно. Как назовем?

**И.** Это то же самое, что и Пашин, но дырочек больше.

**Д.** Дуршлаг!»

Названия, которые дают испытуемые сконструированным структурам, будут рассмотрены ниже.

Далее на этом же этапе работа проводилась следующим образом.

Второй и третьей «тройкам» предлагалось прочитать тексты, содержащие примеры структур газообмена, созданных детьми. Экспериментатор при этом не принимал участия в работе детей. Испытуемые читали тексты вместе.

Вот пример такого текста: «У водных членистоногих — рачков-бокоплавов, жаброногов — газообмен осуществляется с помощью наружных жабр. Это пластинчатые или ветвистые тонкостенные выросты на конечностях».

Текст дети соотносили с построенными ими структурными вариантами функции газообмена. Если в тексте обнаруживалась какая-то новая для детей структура, она фиксировалась ими в виде схемы.

Интересно, что испытуемые из первой «тройки», которым не давали материал для соотнесения построенных ими структур с реальностью, постоянно задавали вопрос: «А такое на самом деле бывает?»

Затем испытуемым предлагалось рассмотреть варианты моделей для функции питания. Почему именно для этой функции? Дело в том, что функция питания не так однозначна, как функция газообмена. Если до этого дети имели дело с молекулами кислорода, которые проходят через полупроницаемую границу, то с пищей всё гораздо сложнее. Во-первых, чтобы пища прошла через границу, ее нужно измельчить до молекул. Как сделать это наиболее эффективным способом? Измельчение куска пищи до молекул обеспечивают различные процессы, которые обычно обозначают словом «питание». Все процессы питания, кроме всасывания, происходят во внешней среде, а процесс всасывания — на границе. На вопрос предварительной диагностической работы о том, где происходит процесс питания (во внутренней среде, во внешней среде или на границе), часть испытуемых ответили, что питание (или всасывание) осуществляется во внутренней среде (грубая ошибка!), а часть — на границе. В связи с этим было необходимо определить место процесса всасывания в структуре процесса питания.

Возникает довольно трудный вопрос: зачем вообще нужно механическое измельчение? Обычные ответы испытуемых: «Чтобы пролезло в горло», «Чтобы было удобнее», «Так приятнее». Детям нужно было додуматься, что ферменты (специальные химические вещества) гораздо более эффективно обработают несколько маленьких кусочков, общая площадь поверхности которых больше, чем один большой кусок.

Отсюда можно понять, почему экспериментатор предлагал сначала рассмотреть структуры всасывания. Всасывание является единственной граничной функцией в процессе питания.

Любопытна реакция испытуемых на это предложение. Пока моделировались структуры газообмена, никаких вопросов не возникало. Но сейчас им предлагалось по сути дела не только придумать структуры всасывания, но и соотнести их со структурами газообмена, ведь на одном живом существе должна «уживаться» уже не одна, а две структуры.

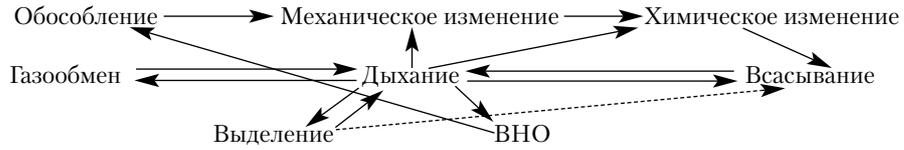
Некоторые испытуемые сразу пытались придумать разные варианты всасывания. Один из них предложил для каждого варианта газообмена найти свой вариант всасывания. Остальные внимательно разглядывали структуры газообмена и говорили, что раз обе эти функции граничные, то, стало быть, всасывание может быть таким же.

Дальнейшие действия испытуемых организовывались таким же образом: строились структуры для функций всасывания, выделения, обособления пищи, химического и механического измельчения пищи и выброса непереваренных остатков. Вторая и третья «тройки» получали возможность поработать с примерами этих структур у реальных живых организмов.

После того как все функции были построены, испытуемые составляли итоговую схему связи функций и структур. Данные представлены в виде схемы структурных вариантов функций.

Структурные варианты функций живого существа

Связка функций



Структурные варианты газообмена



«Скомканная складчатая»  
Поверхность газообмена  
влажная, живет на суше

«Нескомканная»  
полузащищенная  
Живет в воде

«Дуршлаг»  
Влажная среда

«Наружная складчатая»  
Живет в воде

«Беззащитная»  
Маленькая, живет  
в воде

Структурные варианты всасывания



«Скомканная складчатая»  
Поверхность газообмена влажная,  
живет на суше

«Дуршлаг»  
Влажная среда

«Беззащитная»  
Маленькая, живет в воде

Структурные варианты выделения



«Скомканная складчатая»  
Поверхность газообмена  
влажная, живет на суше

«Нескомканная»  
полузащищенная  
Живет в воде

«Дуршлаг»  
Влажная среда

«Наружная складчатая»  
Живет в воде

«Беззащитная»  
Маленькая, живет  
в воде

Структурные варианты обособления куска пищи



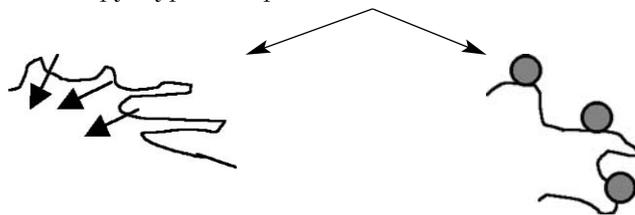
«Внешняя обособленная среда»

«Внешняя необособленная среда»

Структурные варианты механического измельчения

«Перетиралка»  
«Дробилка»  
«Откусывалка»

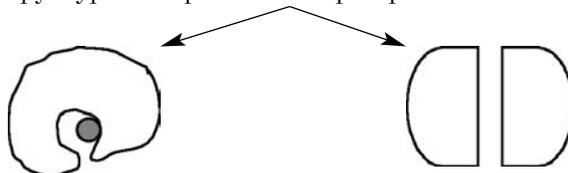
Структурные варианты химического измельчения



«Из границы»

«Специальные структуры»

Структурные варианты непереваренных остатков



«Клизма»

«Мусоропровод»

**Этап конструирования вариантов живых существ** проводился следующим образом. Экспериментатор предлагал нарисовать какое-нибудь существо (в разрезе), используя те структуры, которые были сконструированы ранее. Испытуемые договаривались об условных обозначениях. Так, голубым цветом отмечалась поверхность газообмена, красным — поверхность всасывания, зеленым — выделения, коричневым — место выброса непереваренных остатков, а желтым цветом закрашивалась внутренняя среда организма. Испытуемые работали самостоятельно, иногда переговариваясь и высказывая замечания в адрес чужих работ. Всего они рисовали по 2–3 существа.

**Этап анализа полученных вариантов** был выстроен только в третьей «тройке», однако стихийный анализ происходил также и в первой, и во второй «тройке». В процессе рисования испытуемые заглядывали в рисунки друг друга и комментировали их.

Анализ рисунков в третьей «тройке» проводился целенаправленно. Для анализа использовались как рисунки самих испытуемых, так и рисунки, выполненные другими детьми, учителями, а также самим экспериментатором.

Различное построение работы на этом этапе в трех «тройках» определялось намерением опробовать разные подходы к организации действий детей и оценить их возможности. Общее время, затраченное на работу на этом этапе, было во всех трех группах одинаковым (14 часов).

**На заключительном этапе** работа включала в себя повторную диагностику понимания детьми устройства и функционирования живых существ, аналогичную той, что была проведена в начале эксперимента, а также сравнительную диагностику качественного

уровня гипотез о строении и функционировании живых существ. Испытуемым были предложены тексты-загадки, представляющие собой настоящие биологические проблемы, решавшиеся учеными. Материал заданий был детям незнаком, и именно поэтому данная часть диагностики позволяла оценить собственно развивающий эффект обучения. Для обнаружения этого эффекта были взяты наряду с экспериментальной группой еще две контрольные группы: 1) учащихся VII–IX классов, обучающихся по системе Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова; 2) учащихся IX класса, обучающихся по традиционной системе.

Сравнение исходной и заключительной диагностики позволило оценить результаты экспериментального обучения.

\*\*\*

В качестве результатов эксперимента рассмотрим несколько значимых для нашей работы моментов.

Сравнивая результаты выполнения заданий стартовой и итоговой работы, можно отметить значительное повышение успешности в выполнении заданий диагностической работы у всех испытуемых. Это особенно ярко демонстрируют диаграммы.

На диаграмме 1 (с. 112) представлены результаты диагностики понимания детьми устройства и функционирования живых существ до и после обучающего эксперимента. Результаты итоговой работы у испытуемых значительно выше, чем результаты стартовой работы.

Показательны итоги работы при выполнении заданий «Загадки», отражающие уровень разработанности гипотез в экспериментальной и двух контрольных группах.

«Загадка» №1

Представьте себе микроскопических размеров мешочек, стенки которого состоят из одного слоя палочковидных клеток (бактерий), соединенных между собой тончайшими перемычками. Все бактерии погружены в прозрачную слизь, так что при увеличении расстояний между ними слизистые «оконца» также увеличиваются, но не рвутся и остаются непроницаемыми. Это странное создание, медленно движущееся в толще прудового ила, было открыто в 1947 г. русским микробиологом Б.В. Перфильевым.

Зачем такая странная совместная жизнь бактериям? Ваши предположения и обоснования.

«Загадка» №2

В начале 60-х гг. в глубинах океана обнаружили интересных живых существ, названных погонофорами. Это черви с очень тонким (не более 1 миллиметра) и длинным (от 5 сантиметров до 1 метра) телом. Они сидят внутри трубочек, которые образуются из выделений их кожных желез. Трубочки непроницаемы. Червь не в состоянии выбраться из трубки, но может свободно перемещаться в ней (трубка обычно в несколько раз длиннее тела). Трубка открыта с обоих концов, нижний конец погружен в толщу ила.

Тело червя разделено на четыре отдела. На переднем, обычно торчащем из верхнего конца трубки, находится пучок длинных щупалец. Их у разных видов от одного до ста и более. Многочисленные микроскопические выросты на щупальцах увеличивают их поверхность. Второй отдел несет на спине утолщение, служащее для опоры на край трубки. Третий отдел самый длинный. На его спинной стороне находятся ряды округлых бляшек, которые используются для опоры на стенки трубки, а в средней части — пояски из зубчатых щетинок для закрепления в трубке. Наконец, коротенький задний отдел несет ряды щетинок. Видимо, им животное закапывается в грунт.

Наиболее удивительно у погонофор полное отсутствие пищеварительной системы. У них нет ни рта, ни кишечника, и механизм их питания долгое время оставался загадкой.

Ваши предположения о механизме питания погонофор.

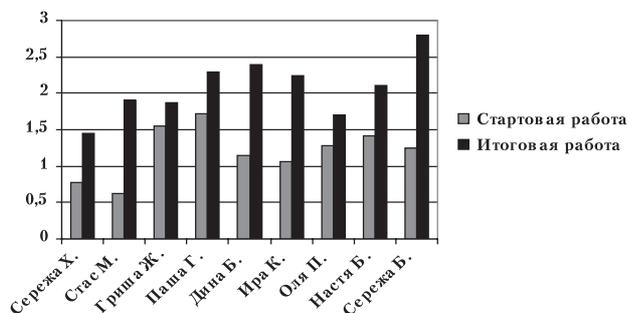


Диаграмма 1. Уровень понимания детьми устройства и функционирования живых существ до и после обучающего эксперимента

«Загадка» №3

Чарльз Джералд Малколм Даррелл описывает волосатую лягушку, обитающую в Африке: «Голова у нее широкая и довольно плоская, глаза очень выпученные, рот необыкновенной ширины... Самая интересная особенность этой лягушки — волосы, расположены они по бокам тела и на бедрах; тут волосы черные, густые, длиной около 6 см. Это украшение, в сущности, вовсе не волосы; оно состоит из удивительных выростов кожи, которые, если присмотреться поближе, напоминают щупальца морского анемона... В воде волоски встают дыбом и плывут как водоросли, тут-то их видно лучше всего; когда же лягушка на суше, они опадают и кажутся спутанной массой каких-то студенистых нитей. С тех пор как впервые была найдена волосатая лягушка, среди ученых не затихали споры о том, для чего все-таки служит это необычное, косматое украшение...

Ваши предположения.

Критерии оценки гипотез и примеры:

В 0 баллов оценивались:

- высказывания, не связанные с данными задачи;
- неверные умозаключения, опирающиеся на несуществующие причинно-следственные связи;
- ничего не объясняющие высказывания.

Примеры гипотез.

«Загадка» №1

«Они как люди, как клуб по интересам».

«Для того, чтобы было весело».

«Бактерии поедают бактерий-соседей».

«Загадка» №2

«Еда проходит внутри погонофоры сквозно (как у утки)».

«Погонофоры могут питаться энергией солнца или моря, они могут схватывать эту энергию своими щупальцами».

«Отходы откладываются в трубочке, и погонофора продолжает жить до того момента, пока трубочка полностью не заполнится отходами».

«Загадка» №3

«Лягушка живет в пустыне, и ей обжигает пузико. Лягушка, попадая в воду, набирает в волос воду и спрыскивает себе живот».

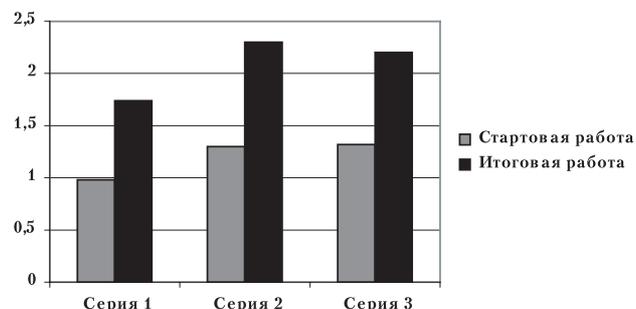


Диаграмма 2. Уровень понимания устройства и функционирования живых существ до и после обучающего эксперимента в «тройках» испытуемых

«В воде эти щупальца увеличивают ее размеры и она кажется больше, а когда она выходит на сушу и ложится рядом с камнем, то ее сложно заметить. Все это сделано для улучшения окружающей среды».

В 1 балл оценивались.

— высказывания, связанные с исходными данными, но не являющиеся ответом на вопрос задачи;

— высказывания, являющиеся ответом на вопрос задачи, но где непонятна связь с исходными данными.

*Примеры гипотез.*

«Загадка» №1

«Бактерии живут за счет друг друга, т. е. одни выделяют вещества, необходимые для существования других».

«Может быть, они являются друг для друга создателями и потребителями».

«Для того чтобы легче проникнуть в живой организм, существа питающиеся могут не заметить мешочек, и благодаря слизи он легче проскользнет внутрь».

«Загадка» №2

«Возможно, погонофорам нужны волоски, чтобы всасывать пищу».

«Трубка, в которой сидит червь, открывает доступ к земле, и они могут питаться микроорганизмами, находящимися в земле».

«Погонофоры питаются солями и минералами, содержащимися в воде».

«Загадка» №3

«Лягушка добывает себе питание таким образом. Тихо плавая, она не шевелится. И мелкая рыбешка может запутаться в ее щупальцах».

«Может быть, волосатой лягушке нужны эти волосы для привлечения другого пола, как некоторые птицы со своим красивым оперением».

«Она тем самым приманивает в воде к себе свою пищу и большим ртом ее заглатывает».

В 2 балла оценивались высказывания, являющиеся обоснованными ответами на поставленный вопрос, но учитывающие какое-либо одно условие («симптоматический» ответ).

*Примеры гипотез.*

«Загадка» №1

«Совместная жизнь нужна для размножения, размножаться тоже могут прямо в мешочке».

«Вместе они выглядят сильнее, и существо, которое крупнее их, может не заметить их в таком едином целом».

«Загадка» №2

«Возможно, черви с помощью щупалец высасывают из трубочек питательные вещества. Вопрос только в том, откуда в трубочках эти питательные вещества».

«Загадка» №3

«Может быть, в волосато-кожных выростах хранится пища или какой-либо запас энергии».

«Я думаю, что волоски — это рецепторы. Возможно, она ими осязает. Возможно, измеряют температуру. А может, она улавливает волосками ультразвуковые волны под водой, чтобы общаться с другими подобными себе лягушками».

В 3 балла оценивались высказывания, которые были обоснованы, отвечали на вопрос задачи, учитывали систему условий задачи.

*Примеры гипотез.*

«Загадка» №1

«Они вместе, чтобы поглощать больше пищи. Растягиваясь, в них больше вмещается. Поодиночке они останутся голодными».

«Когда слизь расширяется (ведь группа похожа на мешок), отверстие между какими-нибудь двумя бактериями расширяется, и они могут много пищи заловить. Потом всё закрывается, как мешок. Лучше, чем когда одна бактерия ловит пищу, ничего и не поймает».

«Загадка» №2

«Погонофора существует без питания так же, как и подёнка. Когда погонофора находится в ранней стадии развития, у нее еще нет стенок трубки и она питается, а потом, когда вырастает, ей хватает старых запасов».

«У погонофор внутри тела появляется вещество, которое позволяет кормить самих себя, поэтому они не нуждаются в питании».

«У погонофор есть щупальцы... Возможно, ими погонофоры всасывают из воды нужные им питательные вещества — для этого им и нужна большая площадь щупалец. Выброса непереваренных остатков у погонофоры нет, так как она высасывает из воды только питательные вещества».

«Скорее всего, на концах щупалец переднего отдела находятся стрекательные клетки. Трубка — отличная маскировка. Когда какой-либо мелкий организм подплывает близко к трубке, щупальца реагируют и выпускают яд в жертву. Яд содержит пищеварительные ферменты. Так что жертва расщепляется на кусочки вне организма червя, а затем пища, уже готовая к усвоению, поступает в организм червя, где при помощи транспортной системы доставляется ко всем клеткам организма. Я считаю, погонофоры питаются двумя путями: первый, который обеспечивает постоянную добычу питательных веществ, — это получение их из грунта живыми организмами путем всасывания; второй способ — хищнический захват щупальцами мелких живых организмов. После этого они втаскивают его в трубку и выделяют ферменты, разлагающие пищу (наружное переваривание), а затем через кожу всасывают питательные вещества».

«Загадка» №3

«Лягушки широко используют кожное дыхание. Выросты кожи у них похожи на волосы, увеличивают поверхность газообмена, через большую поверхность этот процесс осуществляется быстрее».

«Может быть, лягушка использует их как органы чувств (например, осязание), тогда эти волоски способны чувствовать колебания воды, предупреждая лягушку об опасности или о местонахождении потенциальной пищи».

Кроме того, к баллу за гипотезу добавлялось 0,5 балла, если в ответе содержались:

- следствия собственных гипотез;
- дополнительные обоснования, уточнения границ или условий возможности данной гипотезы (ее ограничения).

На диаграмме 3 представлены результаты работы «Загадки».

Хорошо видны различия в результатах, полученных в экспериментальной и двух контрольных группах. Экспериментальная группа показала наиболее высокие результаты: 2,28, 3 и 3,17 балла за первую, вторую и третью «загадки» соответственно. Контрольная группа, обучающаяся по системе развивающего обучения, показала средние результаты: 1,34, 2,4, 1,7 балла. Эти результаты, однако, выше, чем результаты контрольной группы, обучающейся по традиционной программе: 0,87, 1,13 и 1,39 балла.

Что же произошло в результате экспериментальной работы?

Можно отметить, что создание и преобразование детьми модели, выражающее основное отношение изучаемого предмета, действительно способствовало порождению осмысленных гипотез. Лучше всего это прослеживается на материале «загадок». Во-первых, потому что испытуемым не предлагалось использовать сконструированные ранее, при их решении, схемы. Во-вторых, различия в результатах этой работы у экспериментальной и контрольных групп весьма велики (см. диаграмму 3).

В отличие от испытуемых контрольных групп, дети из экспериментальной группы использовали для обоснования своих гипотез знания, полученные в процессе конструирования структурных вариантов. К примеру, в «загадке» про бактерии испытуемым предлагалось ответить на вопрос о том, зачем бактерии собираются в «мешок», зачем им такая совместная жизнь. Ответы испытуемых экспериментальной

и контрольных групп на этот вопрос текста качественно различались. Гипотезы детей из контрольных групп в большинстве своем либо никак не обосновывались («Они обеспечивают друг друга защитой, питанием»), либо не опирались на данные текста («Вместе они выглядят сильнее, и существо, которое крупнее их, может не заметить их в таком едином целом»). Последняя гипотеза, кроме всего, противоречит сама себе.

Ученики экспериментальной группы, в отличие от контрольных групп, обосновывали свои гипотезы, используя выстроенные в процессе эксперимента модели: «Когда слизь расширяется (ведь группа похожа на мешок), отверстие между какими-нибудь двумя бактериями расширяется, и они могут много пищи заловить. Потом всё закрывается, как мешок. Лучше, чем когда одна бактерия ловит пищу, она ничего и не поймает». «Мешком» в процессе эксперимента был назван один из структурных вариантов обособления пищи. Если на этапе конструирования испытуемые имели дело с обособлением пищи у отдельного организма, то в «загадке» обособление пищи по тому же принципу «мешка» происходило уже в колонии живых организмов. Один из испытуемых сумел построить осмысленную гипотезу благодаря тому, что в эксперименте модель обособления пищи была сконструирована, конкретизирована для определенного типа существ и названа «мешком». В данном случае название «мешок» при рассмотрении реальной задачи могло помочь испытуемому обратить внимание на такие условия, как «мешочек» из бактерий и наличие связи между ними, благодаря которым «мешочек» может растягиваться.

Как уже было показано выше, использование модели как средства рассмотрения реальности помогает ребенку осмыслить условия задачи, взглянуть на них с определенной точки зрения. В качестве примера можно привести гипотезы, которые выдвигали дети, решая третью «загадку». Напомним, что речь в ней шла о волосатой лягушке. «Волосы» лягушки представляли собой выросты кожи, причем в воде они распрямлялись, а на суше выглядели как студенистые нити. Спрашивалось, для чего лягушке такое «мохнатое украшение». Испытуемыми было предложено множество гипотез, объясняющих функции «волос»: *волосы нужны для привлечения другого пола; для маскировки и просто для красоты*. На первый взгляд гипотезы могут показаться вполне удачными в плане объяснения реальности. Однако испытуемые не считали существенным условием то, что волосы — это выросты кожи. В гипотезах никак не отражен тот факт, что на суше и в воде выросты выглядят по-разному. В отличие от испытуемых из экспериментальной группы, дети из контрольных групп не рассматривали материал «загадки» с помощью модели.

Под моделью мы, вслед за В.В. Давыдовым, понимаем такое предметное, графическое или знаковое изображение материала, которое фиксирует некоторое существенное отношение условий решаемой

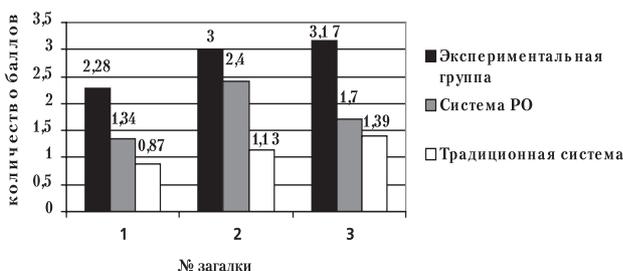


Диаграмма 3. Сравнительные данные по уровню разработанности гипотез учащимися экспериментальной и двух контрольных групп

учебной задачи. Для того чтобы выдвинуть осмысленную гипотезу, необходимо конкретизировать это отношение в системе частных задач, однородных с учебной задачей [9]. Если такое существенное отношение не выделено и не зафиксировано в знаковой, графической или предметной форме, то и выдвинуть осмысленную гипотезу при решении частной задачи (в данном случае — «загадки») крайне сложно.

Если же модель выстроена, то частная задача рассматривается с точки зрения этой модели: «Лягушки широко используют кожное дыхание. Выросты кожи, похожие на волосы, *увеличивают поверхность газообмена*, через большую поверхность этот процесс осуществляется быстрее». Этот пример показывает, что испытуемый выделил существенные условия задачи: выросты кожи, которые увеличивают поверхность, и внешний вид волос, явно зависящий от воды. Почему поверхность увеличивается именно в воде? С точки зрения нашей модели можно предположить, что эта поверхность — либо поверхность газообмена, либо поверхность всасывания, либо поверхность выделения. Зная, что у лягушки наиболее уязвима поверхность газообмена (кожа), логично предположить, что «волосы» лягушки служат для газообмена.

Материалы исследования позволяют зафиксировать ряд новых интересных моментов в процессе создания подростками гипотез о строении и функционировании живых существ.

Можно отметить следующее:

I. В рисовании испытуемых были выделены по крайней мере два типа действий.

1. *Репродуктивное действие* (натуральная компенсация целого). Испытуемый рисует натуральный объект, т. е. в качестве образа целого берется уже существующее животное. Вместо построения целостной структуры — живого организма — происходит его замещение уже готовым образцом. Таким образом испытуемый компенсирует отсутствие у него образа целого, т. е. живого существа, где все функции должны быть взаимосвязаны и осуществляться определенными структурами, которые зависят от окружающей это существо среды. При таком типе действия испытуемый в основном ориентируется на внешний вид живого существа (реального или «монстрика»). Системы органов (структуры) этого существа в большой степени зависят от его внешнего вида, а не от среды обитания. Сережа Х., например, сначала нарисовал контуры хомяка, затем мордочку, глаза, усы, зубы, потом начал рисовать внутренние органы и обнаружил, что не хватает места для легких. Тогда, вместо того чтобы еще раз посмотреть получившуюся конструкцию, Сережа просто пририсовал легкие сверху, вне остального организма, не задумываясь над тем, насколько жизнеспособно такое существо. Это «слепое» действие.

2. *Становящееся пробное (продуктивное) действие*. Испытуемый сразу рисует существо, причем каждое его действие является пробующим. Он примеривает каждую структуру к уже существующим и

ставит ее в определенное к ним отношение. Он не «прибавляет» один элемент к другому, а включает структуру как часть в целое, т. е. ориентируясь на законы этого целого. В качестве примера можно привести действия Дины Б. Сначала она нарисовала нечто округлое — просто контур (видимо, оформление целого, или выделение фигуры из фона, в терминологии гештальттеории очень важно). Затем Дина сказала, что существо живет в воде, наложив тем самым определенные ограничения на свою конструкцию. Далее она нарисовала наружные легкие, сказав при этом, что кроме функции газообмена эта складчатая поверхность служит также для выделения, потому что существо должно быть компактным, а раз оно живет в воде, то и выделять воду и углекислый газ вполне может непосредственно вокруг себя. Затем Дина нарисовала пищеварительную систему: зубы, пищевод, складчатую поверхность всасывания, железы. В самом конце Дина раскрасила внутреннюю среду. Интересно, что здесь существует одна тонкость, которую необходимо учитывать. Если структура газообмена напрямую зависит от окружающей среды, то, например, структуры питания в большей мере определяются тем, что собой представляет пища и каковы ее особенности. Дина Б. как бы движется по элементам, но с постоянной ориентацией на образ целого [3].

Возможно, если бы все испытуемые рисовали полностью самостоятельно, то можно было бы наблюдать и другие типы действий, например чисто результативное, когда без всяких проб рисуется существо, а затем отбрасывается, не пересматриваясь и не перерабатываясь.

II. Изменение в понимании понятия «границы» организма позволяет ученику сделать шаг в понимании внутренней и внешней среды, что еще раз свидетельствует о системном характере понятийного знания, осваиваемого в средней школе [2, 6, 7]. Так обнаруживается, что у человека, например, внутри находятся части внешней среды: всё то, что внутри желудочно-кишечного тракта; всё то, что внутри дыхательных путей. Соответственно, и граница между внутренней и внешней средами проходит не по контуру человеческого тела, а как бы внутри его. В обнаружении этого и состоит денатурализация непосредственного, обыденного восприятия.

III. Еще один интересный момент, выявленный в исследовании, относится к тому, какие названия придумывали испытуемые для сконструированных форм. Вот примеры таких названий для структуры газообмена:

группа 1 — «отрывистое распрямленное» («беззащитная»);

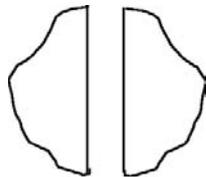
группа 2 — «нескомканная незащищенная»;

группа 3 — «решето».



Названия для структуры выброса непереваренных остатков:

- группа 1 — «сквозной»;
- группа 2 — «мусоропровод»;
- группа 3 — «коридор».



Можно заметить, что в символе, в слове, которое обозначает структуру, зафиксировано само действие с изначальным кругом-границей. При этом часть названий фиксирует результат действия преобразования путем описания самого действия («отрывистое распрямленное», «нескомканная незащищенная», «сквозной»), а в остальных названиях в образной, метафорической форме фиксируется результат действия («решето», «мусоропровод», «коридор»). Обозначение действия словом позволяет лучше понять явление.

\* \* \*

В данной работе произведена попытка исследования процесса порождения осмысленных гипотез. Целью исследования было выявление условий, при которых происходит выдвигание детьми осмыслен-

ных гипотез о строении и функционировании живых существ. Высказано предположение о том, что основную роль в этом процессе играет модель, отображающая существенные отношения и выступающая в роли средства рассмотрения конкретной предметной реальности. Это предположение подтвердилось результатами экспериментальной работы.

Участие модели в процессе порождения гипотез стало критерием, позволяющим разделить гипотезы учащихся на три уровня: необоснованные предположения на основе фантазирования («аутистические» гипотезы); предположения о строении и функционировании живого существа, не учитывающие всей ситуации в целом, центрированные на одном из условий, которое зависит от субъективных предпочтений и прошлого опыта («эгоцентрические» гипотезы); предположения, базирующиеся на объективных критериях, составляющих основания собственных действий («децентрированные», или осмысленные, гипотезы).

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что децентрация мышления в незнакомой или малознакомой предметной области возможна (для подавляющего большинства учащихся) лишь в условиях специально организованного обучения. Переход от порождения «аутистических» и «эгоцентрических» гипотез к порождению осмысленных гипотез действительно осуществляется через построение модели, отображающей существенные отношения предметной области, относительно которой порождаются гипотезы.

### Литература

1. Большой психологический словарь / Сост. и общ. ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. СПб., 2003.
2. *Выготский Л.С.* Собрание сочинений: В 6 т. Т. 3. М., 1984.
3. *Вертегеймер М.* Продуктивное мышление. М., 1987.
4. Вопросы психологии учебной деятельности младших школьников / Под ред. Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова. М., 1962.
5. *Гальперин П.Я.* Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. М., 2002.
6. *Давыдов В.В.* Виды обобщения в обучении: Логико-психологические проблемы построения учебных предметов. М., 2000.
7. *Давыдов В.В.* Психологическая теория учебной деятельности и методов начального обучения, основанных на содержательном обобщении. Томск, 1992.
8. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. М., 1996.
9. *Давыдов В.В., Варданян А.У.* Учебная деятельность и моделирование. Ереван, 1981.
10. Жан Пиаже: теория, эксперименты, дискуссии: Сб. статей / Сост. и общ. ред. Л.Ф. Обухова, Г.В. Бурменской. М., 2001.
11. *Обухова Л.Ф.* Формирование системы физических понятий в применении к решению задач // Зависимость обучения от типа ориентировочной деятельности/
- Под ред. П.Я. Гальперина. М., 1968.
12. *Пиаже Ж.* Речь и мышление ребенка. М., 1999.
13. *Подгорецкая Н.А.* Изучение приемов логического мышления у взрослых. М., 1980.
14. *Флейвелл Дж.Х.* Генетическая психология Жана Пиаже. М., 1967.
15. *Цукерман Г.А.* Опыт типологического анализа младших школьников как субъектов учебной деятельности // Вопросы психологии. 1999. № 6.
16. *Чудинова Е.В.* О разработке курса биологии для средней школы в рамках экспериментальной площадки МАРО // Вестник (МАРО). 2002. №2.
17. *Чудинова Е.В.* Методическое пособие к курсу «Биология», 1-й год обучения (система Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова). Рукопись.
18. *Шваб Д.* Настольная книга для преподавателей биологии. М., 1974.
19. *Эльконин Б.Д.* Введение в психологию развития (в традиции культурно-исторической теории Л.С. Выготского). М., 1994.
20. *Эльконин Б.Д.* Педагогика развития: проба как конструкт образовательной системы. Рукопись.
21. *Эльконин Д.Б.* Детская психология М., 2004.
22. *The Essential Piaget / Ed. by H.E. Gruber, J.J. Voneche. N. Y., 1977.*
23. *Venger A., Rotenberg V., Desiatnikova Y.* Evaluation of search activity and other behavioral attitudes in indefinite situations // Dynamic Psychiatry. 1996. № 160/161.

# Modeling as a condition for creating sensible hypotheses in adolescents (using living creatures organization and functioning hypotheses as an example)

A.A. Yegorova

Postgraduate student and assistant at the Laboratory of Theoretical and Experimental Problems in Developmental Psychology at the Psychological Institute of the Russian Academy of Education

The goal of the research was to reveal the conditions, in which children put forward sensible hypotheses on living creatures organization and functioning. The author had assumed that a model plays the main role in this process, reflecting fundamental relations and becoming a medium for concrete objective reality.

An educational experiment was conducted on students of 8th and 9th grades in Moscow and Perm schools. One part of participants studied in schools with standard educational programs, the other part studied in schools that implemented the program by D.B. El'konin and V.V. Davydov. The forms of experimental learning designed in the research showed the role of modeling process in creating sensible hypotheses. The change from creating autistic (based on imagination) and egocentric (based on subjective preferences and previous experience) hypotheses to creating sensible hypotheses is realized through designing models that represent the significant relations in the studied subject.

**Keywords:** creating hypotheses, sensible hypotheses, modeling, theoretical thought, method of action.

## References

1. Bol'shoi psihologicheskii slovar' / Sost. i obsh. red. B. Mesheryakova, V. Zinchenko. SPb., 2003.
2. Vygotskii L.S. Sobranie sochinenii: V 6 t. T. 3. M., 1984.
3. Vertgeimer M. Produktivnoe myshlenie. M., 1987.
4. Voprosy psihologii uchebnoi deyatel'nosti mladshih shkol'nikov / Pod red. D.B. El'konina, V.V. Davydova. M., 1962.
5. Gal'perin P.Ya. Lekcii po psihologii: Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. M., 2002.
6. Davydov V.V. Vidy obobsheniya v obuchenii: Logiko-psihologicheskie problemy postroeniya uchebnykh predmetov. M., 2000.
7. Davydov V.V. Psihologicheskaya teoriya uchebnoi deyatel'nosti i metodov nachal'nogo obucheniya, osnovannykh na sodержatel'nom obobshenii. Tomsk, 1992.
8. Davydov V.V. Teoriya razvivayushogo obucheniya. M., 1996.
9. Davydov V.V., Vardanyan A.U. Uchebnaya deyatel'nost' i modelirovanie. Erevan, 1981.
10. Zhan Piazhe: teoriya, eksperimenty, diskussii: Sb. statei / Sost. i obsh. red. L.F. Obuhovoi, G.V. Burmenskoi. M., 2001.
11. Obuhova L.F. Formirovanie sistemy fizicheskikh ponyatii v primenenii k resheniyu zadach // Zavisimost' obucheniya ot tipa orientirovochnoi deyatel'nosti / Pod red. P.Ya. Gal'perina. M., 1968.
12. Piazhe Zh. Rech' i myshlenie rebenka. M., 1999.
13. Podgoreckaya N.A. Izuchenie priemov logicheskogo myshleniya u vzroslykh. M., 1980.
14. Fleivell Dzh.H. Geneticheskaya psihologiya Zhana Piazhe. M., 1967.
15. Cukerman G.A. Opyt tipologicheskogo analiza mladshih shkol'nikov kak sub'ektov uchebnoi deyatel'nosti // Vopr. psihol. 1999. №6.
16. Chudinova E.V. O razrabotke kursa biologii dlya srednei shkoly v ramkah eksperimental'noi ploshadki MARO // Vestnik (MARO). 2002. №2.
17. Chudinova E.V. Metodicheskoe posobie k kursu "Biologiya". 1-i god obucheniya (sistema D.B. El'konina — V.V. Davydova). Rukopis'.
18. Shvab D. Nastol'naya kniga dlya prepodavatelei biologii. M., 1974.
19. El'konin B.D. Vvedenie v psihologiyu razvitiya (v tradicii kul'turno-istoricheskoi teorii L.S. Vygotskogo). M., 1994.
20. El'konin B.D. Pedagogika razvitiya: proba kak konstrukt obrazovatel'noi sistemy. Rukopis'.
21. El'konin D.B. Detskaya psihologiya. M., 2004.
22. The Essential Piaget / Ed. by H.E. Gruber, J.J. Voneche. N. Y., 1977.
23. Venger A., Rotenberg V., Desiatnikova Y. Evaluation of search activity and other behavioral attitudes in indefinite situations // Dynamic Psychiatry. 1996. № 160/161.