Глава 5.

Простое и сложное: об обозначениях, процессе абстрагирования, математике и языке

Значки для слов

Трудности, с которыми я столкнулся, пытаясь ввести «знаки для признаков» (см. стр. 155—156), навели меня на долгие размышления. Результатом явились три статьи: одна — в сборнике «Язык и структура знания», 1990, вторая — в журнале «Вопросы языкознания», 1990, № 6 (обе — с благословения уже неоднократно упоминавшейся здесь Р. М. Фрумкиной), а потом и более популярная статья в журнале «Знание—сила», 1991, № 8.

Смешно сказать, но основополагающую идею этих работ мне подсказал Дима. Только в тот момент я этого не заметил; восстановил ход событий позже — по памяти, по записям. Задача, как мы помним, ставилась так: сформулировать «как можно более простое» утверждение о множестве фигурок из набора Дьенеша. Еще в самом начале обсуждения Дима предложил измерять сложность утверждения количеством слов в нём. Но это еще не тот момент, не кульминация. А потом, после наших споров и взаимных недоумений, он как-то на минуту отвлекся, задумался — и сказал: «Я, кажется, понял, папа. Ты хочешь, чтобы мы придумали *значки для слов*».

Я пропустил это замечание мимо ушей. Думаю, что в тот момент я еще не был готов к осознанию заложенной в нём идеи.

Значки для слов! Да ведь это же буквально скачок через пропасть!

В самом деле — возьмем, скажем, слово «красный». Я подчеркиваю: не понятие, скрывающееся за этим словом, не значение признака «цвет», не класс красных предметов, а именно слово как таковое. Слово «красный» — это вещь довольно-таки конкретная. Конечно, не такая конкретная, как стакан или велосипед, в руки его не возьмешь и на зуб не попробуешь; но всё же это и не «одно из значений признака “цвет”». С логической точки зрения слово является абстракцией, с психологической это вовсе не так. В том, чтобы слову сопоставлять знак, тоже нет ничего удивительного. Его можно, например, записать буквами, как обычно. Но писать буквы трудно и долго. Поэтому, если слово очень нужное и часто встречается, то почему бы не придумать для него более простой значок (своего рода иероглиф)? Более того, опыт показывает, что конкретный вид таких значков очень скоро становится безразличен: дети быстро научаются смотреть сквозь них.

Казалось бы, ничего особенного не произошло: дети просто научились сопоставлять словам знаки. Однако когда мы возвращаемся в реальный мир и пытаемся теперь сопоставить полученному знаку некий объект, то таким объектом оказывается вовсе не «большой красный квадрат с дыркой», от которого мы отталкивались, а весь класс красных предметов. Вместо недоступной для понимания цепочки

$$\text{признак} \to \text{одно из его значений} \to \text{знак} \to \text{класс}$$

мы построили другую, обладающую «лучшей проходимостью»:

$$\text{предмет} \to \text{слово} \to \text{знак} \to \text{класс.}$$

Появление в этой цепочке лингвистического объекта «слово» позволяет разорвать порочный круг, когда знаки вводятся как средство усвоения понятия класса, но смысл самих знаков остается непонятным, пока понятие класса не усвоено.

Что же делает возможным такой скачок? Почему слово оказывается такой волшебной палочкой-выручалочкой?

Если мы задумаемся над этим вопросом, то придем к весьма удивительным выводам. Мы поймем, что слово — это и есть тот самый знак, который мы столь упорно и безуспешно пытались построить, — знак, отвечающий значению признака и уже оторвавшийся от предмета. (А слово «цвет» — так это уж и вообще абстракция более высокого уровня: это знак для класса объектов, которые сами являются абстракциями.) Та работа по абстрагированию, которая оказывается не под силу ребенку шести-семи лет, уже была проделана им же бессознательно в возрасте полутора-двух лет, когда он учился говорить. Вводя слово в качестве промежуточного этапа, мы как бы пользуемся результатами проделанной ранее работы. Именно этот смысл я и придаю выражению «абстракции с языковой поддержкой» (название одной из моих статей). Пытаясь вывести значки непосредственно из множества объектов, мы пытаемся повторить ту же работу еще раз, причем на сознательном уровне. Скорее всего, в данном возрасте это просто невозможно. Но если мы выводим значки из слов, нам помогает язык.

В книге Марии Фидлер «Математика уже в детском саду» чуть ли не половина посвящена значкам для значений признаков. Прежде всего, многие из значков крайне неудачны. Они сложны и порой трудно воспроизводимы. Дети либо не могут изобразить такой значок, либо, если и могут, то, пока нарисуют, забудут, какую задачу они решали. Во-вторых, смысл отдельного значка не ясен без сравнения его с другими; так, домик с двумя окнами кажется бóльшим лишь на фоне домика с одним окном; если же смотреть на него отдельно, то вовсе не очевидно, большой он или маленький. Но всё это было бы еще терпимо, если бы книжка содержала главный совет: значки должны заменять собою слова, а не классы объектов. Наоборот, классы объектов потом появятся (т. е. окажутся понятыми) с помощью этих значков. Если же поступать так, как сказано в книге — и как пытался делать я на своем занятии (вовсе не из-за книги — я в тот момент ее еще не читал — а в силу совершенно «естественного» хода мысли), то получается психологический круг.

«Упрощенные» обозначения

Некоторые задачи на абстрагирование не имеют поддержки в естественном языке, и тогда для детей они могут оказаться непреодолимыми. А взрослому они порой кажутся даже более легкими. Педагог здесь очень легко может попасть в ловушку.

Рассмотрим всем знакомый пример. Чтобы научиться читать, ребенок должен понять, как звуки и буквы соответствуют друг другу. Звуков много, букв тоже, да и соответствие между ними далеко не однозначно. Например, «ль» — это один звук, но две буквы; а «е», напротив, одна буква, но сразу два звука: «й-э». И это уже не говоря о проблеме безударного «о», произносимого как «а», не говоря о звонких и глухих согласных, о букве «г», читающейся как «в» (всего), и еще о многих других проблемах правописания. Одним словом, задача не из легких. Чем тут можно помочь?

Ну, ясное дело, чем. Нужно «упростить обозначения», а также разбить глобальную задачу на несколько этапов — сначала совсем простых, а потом постепенно усложняющихся. Давайте заглянем в букварь[1] и посмотрим, каковы эти этапы. Вначале на короткий период вводятся специальные обозначения для предложений и слов. Затем возникают обозначения для слогов — разные для ударных и безударных слогов. После этого появляются значки для отдельных звуков, но не для конкретных звуков типа «а» или «у», а для абстрактных «звуков вообще». Постепенно значки становятся всё более и более разнообразными: квадратик — для «звука вообще»; прямоугольник, разделенный диагональю — для двух соседних «звуков слияния»; красный кружочек — для гласного звука и черный либо синий — для согласного (в зависимости от его мягкости или твердости). Здесь же на фонетической схеме слова присутствуют и некоторые дополнительные элементы: ударение, специальный знак, выделяющий изучаемую в данный момент букву и т. д. и т. п. Постепенно, когда разнообразить значки уже дальше становится некуда, их начинают заменять буквами.

Попытаемся понять, в чём состоит фундаментальный дефект такой методики. При желании можно придумать и предложить детям специальный значок для слова «кошка», другой значок — для слова «самолет», еще один — для слова «чайник». Понимание смысла таких значков вряд ли вызовет у детей какие-либо трудности. При последовательном проведении подобной методики мы пришли бы к какой-то разновидности иероглифической системы письма. Тяжкий груз для памяти, но с психологической точки зрения выглядит совершенно естественно: каждый знак здесь имеет языковую поддержку. Но как только мы пытаемся ввести знак для «слова вообще», для какого-то неизвестного заранее слова, т. е. своего рода алгебраическую переменную со значениями во множестве слов, так тут же мы потерпим полный провал. Требуемый уровень абстракции оказывается весьма высок, а языковая поддержка отсутствует. Разница здесь в точности та же, что между цифрой 7 для обозначения числа *семь* в арифметике и буквой x для обозначения «некоторого числа» в алгебре.

Аналогичная картина имеет место на уровне слогов. Легко понять смысл значков, которые обозначают слог «ба», или слог «му» и т. д. С их помощью можно придти к какой-то разновидности слогового письма, примеры чему в истории тоже имеются. Но невозможно первокласснику понять смысл значка «некий абстрактный вообще-слог». И далее, уже на уровне буквы–звука — понять, что буква «а» отвечает соответствующему звуку, безусловно, гораздо проще, чем понять, что синий кружок отвечает какому-то элементу из множества гласных звуков. Звук «а» — это конкретная «психологическая

[1] Я уже давно не видел российских букварей и не знаю, как они сейчас выглядят. Так что пишу я о том букваре, который был принят в школе 15—20 лет назад.

реальность», а множество гласных звуков — это абстракция. В лучшем случае соответствующий знак можно воспринимать как загадку: угадай, какая буква здесь стоит. (Именно так относились к этому мои кружковцы: они с удовольствием разгадывали упомянутые схемы фонетического разбора, воспринимая их как своего рода забавные ребусы. Возможно, нечто аналогичное происходит и с другими интеллектуально развитыми детьми. Обязательным условием при этом является умение читать.)

Чтобы быть правильно понятым, позволю себе сделать еще одно уточнение. Придумывая значки-иероглифы для слов, мы на равных правах с другими словами могли бы изобрести и значки для таких слов, как *слово*, *слог* и *звук*. Только тогда во фразе «*Хотел бы в единое слово...*» первый знак встретился бы один раз, а вовсе не пять, а во фразе «*Звук одинокий и глухой...*» третий знак тоже встретился бы всего один раз, хотя звуков в этой фразе 19 (в этом примере их столько же, сколько букв).

Помню наше первое родительское собрание. Учителя́ уже по опыту знают, что дети — даже те, кто уже умеет читать — все эти «схемы фонетического разбора» понять без помощи родителей не могут. Значит, первая задача — обучить этой премудрости родителей. Этому и посвящена наша встреча. Однако и родители вовсе не все семи пядей во лбу; когда учительница дошла до звуков слияния и звуков примыкания, среди родителей началась паника. И тогда учительница произнесла одну замечательную фразу — фактически приговор всей системе. Она сказала: «Вы только не волнуйтесь; вот кончится букварь, и тогда всё будет гораздо проще». Потом, подумав, добавила: «Только, пожалуйста, побольше читайте с ними дома. А то программа у нас трудная, и мы не успеваем учить их читать». О том, что сама методика придумана как раз для того, чтобы научить детей читать, никто уже давно не вспоминает.

На уровне здравого смысла всё это довольно-таки очевидно. А между тем привести какой-нибудь «научный» аргумент против указанной методики не так уж легко. Ведь *формально говоря*, предлагаемые обозначения и в самом деле проще, чем обычная система письма. Вместо тридцати трех знаков-букв нам предлагают всего четыре-пять; при этом соответствие между знаками и тем, что они обозначают, тоже более простое — оно взаимно однозначное. Беда заключается не в знаках, а в том, что́ они обозначают, в *обозначаемых объектах*. Это абстракции, лишенные языковой поддержки. Во внутреннем мире ребенка таких объектов просто не существует.

Отвлекаясь на минуту от малышей, хочу вспомнить здесь свой спор с одним энтузиастом-математиком. Он собирался работать со средними классами (6-й — 8-й) и с восторгом рассказывал нам о своей революционной идее: вместо геометрии школьникам нужно преподавать линейную алгебру. Ну да — ведь это же *гораздо проще*! Он придумал систему, в которой всего четыре аксиомы! И все доказательства более простые и более короткие! Приходилось признать, что да — они и в самом деле более короткие; честно говоря, они к тому же и более строгие, чем привычные нам геометрические доказательства. Вот только как до них додуматься? Наша геометрическая интуиция, возникшая из опыта жизни в реальном трехмерном физическом мире, на этот раз не давала никакой путеводной нити. Школьники на его уроках чувствовали себя так, как должен чувствовать себя ученик, начисто лишенный музыкального слуха, на уроках сольфеджио.

В одном человеке сосуществуют разные интеллекты

Теперь, оставив в стороне школу, вернемся к процессу освоения языка и поразимся еще раз этому загадочному явлению — тому, что задача сопоставления знаков классам объектов, непосильная для семилетнего, с необычайной легкостью и вовсе незаметно решается малышом от года до двух. Когда начинаешь вдумываться в это явление, оно не становится более понятным. Напротив, масштабы удивительности всё разрастаются при виде не разницы даже, а той гигантской пропасти, которая разделяет возможности одного и того же человека в решении весьма сходных задач, но с помощью разных подсистем своего интеллекта.

Мы многие вещи делаем бессознательно, не умея объяснить того, как именно мы это делаем: ходим, едим или, скажем, сворачиваем кулек из листа бумаги (попробуйте-ка написать инструкцию по сворачиванию кулька!). Одно из таких неосознанных умений — это умение говорить. Оно, однако, выделяется среди всех прочих умений тем, что процесс порождения речи требует постоянного решения интеллектуально-логических задач. Когда-то на меня произвела очень сильное впечатление случайно попавшаяся на глаза статья известного лингвиста Григория Крейдлина «Лексема “даже”». Вся статья, более десяти страниц, была посвящена объяснению смысла слова «даже». Оказывается, смысл этого слова можно описать в виде четырех логических утверждений, достаточно сложных самих по себе и к тому же взаимосвязанных. В работе показывалось также, что любое неправильное, «режущее слух» употребление этого слова (типа «ложка даже лежит на столе») связано с нарушением по крайней мере одного из четырех условий. Таким образом, каждый раз, употребляя в речи слово «даже», мы в доли секунды решаем сложную логическую задачу «в четыре действия». И это только для одного слова![2] А ведь есть еще другие слова (еще одна статья того же автора: «Лексема “а”»), и грамматическое построение фразы, и связь с контекстом, и, возможно, много чего еще, о чём мы пока не подозреваем. Все эти задачи решаются одновременно, параллельно и с молниеносной скоростью.

Пожалуй, наиболее удивительно то, что с этим столь же легко справляются умственно отсталые дети. Попробуйте дать такому ребенку какой-нибудь тривиальный силлогизм или геометрическую задачу, и он с ними не справится. А вот слово «даже» употребляет свободно и вполне грамотно. У дефектологов есть даже такой термин — *вербализм*. Его относят к умственно отсталым детям с хорошо развитой и свободно льющейся речью. При поверхностном знакомстве они могут произвести впечатление вполне развитых; их отставание не бросается в глаза и поэтому не всегда легко поддается диагностированию. Лишь большие трудности, испытываемые таким ребенком при решении логико-математических задач, позволяют выявить задержку в развитии. И уж совсем поразительно: известны случаи олигофрении, причем в сравнительно тяжелой форме, у детей, родившихся в двуязычной семье. Как правило, заболевание не мешает такому ребенку без труда освоить два языка.

Мы поневоле вынуждены придти к выводу, что в нашем мозгу сосуществуют два (*как минимум два*) отдельных и независимо функционирующих интеллекта. Один — сознательный, или, лучше сказать, осознаваемый. С его помощью мы решаем математические задачи, пишем программы, классифицируем, разбираемся в инструкции по пользованию пылесосом. Второй — бессознательный. С его помощью мы решаем очень похожие (и, как правило, гораздо более сложные) задачи в другой области — языковой. Не следует считать, что эти два интеллекта никак не связаны друг с другом. Напротив, концепция «языковой поддержки» для развития абстрактного мышления — не что иное, как призыв эксплуатировать связь между ними в той степени, в какой это возможно, протаптывать тропинки от одного интеллекта к другому. Тем не менее, эти две системы существуют и действуют раздельно, и, чтобы эксплуатировать связь, эту их раздельность следует четко осознавать.

Невозможно представить себе, чтобы владение языком опиралось на те же самые нейробиологические структуры, что и сознательный интеллект. Мозг человека растет, и нейронные связи в нём формируются как раз тогда, когда он учится говорить. Ни одного Маугли научить говорить пока не

[2] Ровно в тот день, когда я работал над корректурой этой главы, я позвонил Григорию Ефимовичу Крейдлину. Среди прочего, я узнал от него, что другие лингвисты подхватили эстафету, и за прошедшие более 20 лет понимание слова «даже» значительно расширилось и углубилось. То есть на самом деле мы решаем задачу еще более сложную, чем я предполагал, когда об этом писал.

удалось. Программист сказал бы, что программа владения языком «впаяна в железо». В этом и заключается метафора «языковой поддержки» — это аналогия так называемой аппаратной поддержки в программировании. Аппаратно реализованная функция — это тоже некая программа; однако эта программа существует в компьютере не в виде текста, а в виде электрических соединений, отвечающих определенной схеме, или в виде структуры кристалла. Программная же реализация какой-либо функции предполагает написание текста, сводящего эту функцию к последовательному выполнению аппаратно реализованных примитивов.

Разница здесь в том, что аппаратно реализованные функции обладают несравненно более высоким быстродействием. Если в старинных компьютерах аппаратно были реализованы лишь простейшие булевы операции над единичными битами, то в современных компьютерах, особенно специализированных, таковыми могут оказаться весьма сложные операции. А выполнение на том же компьютере другой, в принципе более простой операции, может потребовать составления специальной программы и будет выполняться заметно медленнее.

Вот и возникает парадоксальная ситуация: иногда, чтобы составить эффективную программу, нужно свести задачу к набору нескольких *более сложных* задач, но зато аппаратно реализованных, «впаянных в железо». Про задачи, легко сводимые к аппаратно реализованным функциям, говорят, что они имеют аппаратную поддержку. Отсюда и термин «языковая поддержка»: заданная ребенку простая задача сводится к более сложной, но уже предварительно решенной в нашем естественном языке.

Есть такая очень странная душевная болезнь — ранний детский аутизм (правильнее было бы говорить просто аутизм, так как взрослые аутисты тоже существуют). Происхождение этой болезни во многом загадочно, а методы лечения напоминают скорее искусство, нежели следование каким-то рецептурным схемам. Основная особенность аутистов состоит в том, что они испытывают большие трудности в общении с другими людьми. С этим связаны и другие отклонения в развитии. В контексте нашего обсуждения аутизм интересен тем, что предоставляет множество примеров явления, противоположного вербализму: тяжелые нарушения речевого развития нередко соседствуют с высокоразвитым интеллектом, с высочайшими способностями к решению задач логико-математического плана и вообще повышенным интересом к интеллектуальным сферам деятельности. В этой связи нередко возникают споры о том, являются ли аутичные дети умственно отсталыми.

Клара Парк, мать аутичной девочки, в своей книге «Осада»[3] вспоминает, как она привела дочь в школу для умственно отсталых детей. Девочка на три-пять лет опережала своих одноклассников по умению решать математические задачи, но столь же сильно отставала от них в умении составить простейшую фразу типа «А что сегодня на завтрак?». Создавалось впечатление, что она обращается с родным языком как с иностранным — каждую фразу ей приходилось конструировать с помощью сознательного процесса построения предложений по определенным правилам. Очень характерна также и разница в трудности освоения слов разного типа: такие слова, как «семиугольник» или «сумма», не вызывали никаких проблем; а вот смысл слов «я» или «да» девочка не могла усвоить в течение нескольких лет.

Фактически спектр отклонений от нормы оказывается гораздо шире, чем в приведенных выше примерах; именно с этим и связана моя оговорка: *как минимум два* интеллекта. Целые россыпи примеров можно найти, например, в книгах нейропсихолога Оливера Сакса «Антрополог на Марсе» и «Человек, который путал свою жену со шляпой»[4]. Доктор Сакс рассказывает истории людей, которых психологи когда-то, в эпоху до политической корректности, окрестили «гениальными идиотами». Например, Стивен Уилтшир. Он не только плохо говорит — на этот раз и настоящая умственная отсталость не вызывает сомнений. Например, он оказался неспособен понять, почему машинам трудно съезжать с крутой горы. И в то же время Стивен — гениальный рисовальщик. Альбомы с его рисунками охотно раскупаются и вызывают восторг и у любителей, и у профессионалов. Или аутичная девочка Надя: другой автор посвятил ей целую монографию. В возрасте трех с половиной лет она начала рисовать лошадей; при этом она каким-то образом миновала все обычные промежуточные стадии рисующих детей. Все дети начинают с бессмысленных каляк, потом переходят к схематическим «головастикам» — кружочкам с палочками и т. д. Надя же сразу начала рисовать профессионально: передача пространства, движения, полутонов, перспективы — всё в ее рисунках было сразу и без подготовки на таком уровне, какого наиболее талантливые дети (такие, как Пикассо) достигают не ранее, чем к десяти годам. При этом она постоянно экспериментировала с разными углами зрения, ракурсами и перспективами. Как если бы там, где у нормальных детей вырастает орган речи, у Нади вырос орган рисования. Сакс рассказывает нам о Мартине, умственно отсталом музыканте, любимым композитором которого был Бах. Автор долго не мог понять: как же

[3] Clara Claiborne Park «The Siege. The First Eight Years of an Autistic Child», Little, Brown and Company, 1967.

[4] Oliver Sacks «An Anthropologist on Mars», Vintage Books, 1996; «The Man Who Mistook His Wife for a Hat», HarperCollins, 1985.

так, ведь Бах, казалось бы, такой интеллектуальный композитор! Постепенно, однако, стало ясно, что Мартин обладает особого рода музыкальным интеллектом, с помощью которого понимает — хотя и не может сформулировать — сложнейшую структуру вариаций, инверсий, сочетания голосов в каноне или в фуге и многие другие вещи. Постараемся понять: если бы мы не учили в школе грамматику, мы бы, может быть, даже не догадывались о ее существовании — и при этом склоняли бы и спрягали все слова и строили фразы в полном соответствии с ее правилами. Наш языковой интеллект функционировал бы с ничуть не меньшей эффективностью. (Кстати, языки тех народов, которые никогда не знали ни письменности, ни науки, по сложности ничуть не уступают нашим.) Вот так же и у Мартина: его имплицитный, неосознаваемый музыкальный интеллект был на высочайшем уровне. Но объяснить «музыкальную грамматику» нам с вами он бы не смог, да и чужих объяснений бы не понял, т. к. был умственно отсталым.

Среди гениальных идиотов встречаются и своего рода «математики». Как, например, двое аутичных близнецов, которые развлекались тем, что сообщали друг другу многозначные простые числа. Единственным способом втереться к ним в доверие было сообщить им большое простое число: тогда у вас появился бы шанс быть принятым в их компанию. К сожалению, из таких людей невозможно вырастить настоящих математиков. Математика — это *человеческая деятельность*; сравнительная ценность задач и правильный их выбор в математике гораздо более важны, чем способность совершать сложные действия в уме.

Оливер Сакс ссылается на книгу, в которой развивается теория нескольких интеллектуальных подсистем внутри нас: Howard Gardner «Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences», N.-Y.: Basic Books, 1983. Я ее пока не читал; надо будет как-нибудь добраться.

Многие исследователи склоняются к тому, что решающую роль в процессе овладения языком играет так называемая «невербальная», т. е. попросту животная, коммуникация. Язык мимики и жестов, взглядов и интонаций, которым мы владеем инстинктивно как биологические существа, подобно кошкам и обезьянам — именно этот язык лежит в основе развития нашего первого, бессознательного интеллекта и в основе процесса овладения языком. В то же время очень похоже, что корень проблем аутичных детей лежит именно в сфере «животной» коммуникации. Об этом пишет Оливер Сакс; эту же точку зрения развивает и Николас Тинберген, лауреат Нобелевской премии по биологии, один из создателей этологии — науки о поведении животных, много лет изучавший аутизм. Но здесь мы, пожалуй, вступаем на совсем уж зыбкую почву теоретизирования и спекуляций. Пора вернуться в более знакомый нам мир.

Учить математике так же, как мы учим детей говорить

Давайте представим себе, что мы учили бы детей говорить так же, как мы учим их математике. Эдакая антиутопия...

Наверное, мы бы начали с того, что научили бы их сначала произносить гласные звуки: мне кажется, что гласные звуки легче для произношения, чем согласные. Потом перешли бы к согласным. Дальше были бы слоги. Только ни в коем случае не опережать события: пока слоги как следует не усвоены, к словам переходить нельзя! Наконец, после одного-двух лет упорных тренировок начинают появляться слова. В какой момент уже можно сообщить ребенку, что слово имеет какой-то смысл? Наверно, не ранее, чем он овладел... не знаю чем. Надоело фантазировать. Но еще один дополнительный аспект отметить необходимо. Мы — мудрые всезнайки-взрослые — знаем, что умение говорить очень полезно для жизни. Дети бы со временем тоже об этом узнавали — но только после нескольких лет усердной учебы с неясными целями.

В реальности, слава богу, ничего подобного не происходит. Родительский инстинкт подсказывает нам, что с ребенком нужно просто разговаривать, и всё. Причем делать это нужно с первых же дней его жизни. И ничего страшного, что он пока ничего не понимает: его понимание будет расти вместе с ним самим. Неважно также и то, что он пока ничего не может сказать сам: со временем научится. Но самое важное, пожалуй, даже и не это. Самое важное то, что мы разговариваем с ним вовсе не для того, чтобы «обучить его словам, выражениям и построению фраз»; мы *общаемся* с помощью речи. При этом общаемся мы с ним *в процессе совместной деятельности*. Мы не говорим ему: «Мама мыла раму. Повтори! Нет, плохо; еще раз!» Мы говорим ему: «Хочешь морковку?», — и даем морковку. Мы говорим: «Ну, давай, иди к бабушке», — и показываем на бабушку, а бабушка уже с готовностью раскрывает объятия. И ребенок, еще плохо понимая слова, уже вполне понимает, что ему надо делать.

Конечно, на наше счастье все дети (кроме очень специальных случаев) обладают тем самым «языковым инстинктом», о котором писал уже упоминавшийся ранее Стивен Пинкер[5], и поэтому усвоение языка происходит как бы само собой. В случае с математикой рассчитывать на это труднее. И всё же, и всё же! Если бы мы были начисто лишены какого бы то ни было «математического инстинкта», то, наверное, оказались бы совершенно не способны к освоению математики в любой ее форме. Конечно же, мощность

[5]Steven Pinker «The Language Instinct. How the Mind Creates Language», HarperPerennial, 1994.

нашего математического интеллекта намного слабее, чем языкового. Тем не менее, вполне осмыслен вопрос: а можно ли учить детей математике так же, как мы учим их родному языку? Что бы это означало на практике?

Так называемую «метафору полноценного языка» развивает в теории и на своих занятиях канадский математик и информатик Майкл Феллоуз (Michael Fellows) и его сотрудники — в первую очередь Нэнси Кэйзи (Nancy Casey). Вот некоторые из их принципов в моем вольном пересказе:

- Детям полезно сталкиваться с богатым и разнообразным математическим содержанием. Не обязательно излагать материал в строгой иерархической последовательности, а вопрос о «соответствии уровню развития» следует рассматривать в широком контексте.

- Ученики продвигаются вперед, сталкиваясь с материалом, который они уже в состоянии понять, но еще не способны воспроизвести.

- Навыки и умения безусловно важны, но развивать их следует в процессе какой-то осмысленной деятельности. Лучше всего служат этой цели выбранные самими детьми и стимулирующие их любознательность проекты.

- Детей следует поддерживать в том, чтобы они выбирали проекты самостоятельно.

- Взаимодействие и обмен мнениями между детьми не только важны, но абсолютно необходимы. Учитель должен не запрещать эти контакты, а, наоборот, всячески поддерживать их.

- Нужно давать ученикам достаточное время для того, чтобы они могли читать, обдумывать, разговаривать друг с другом, делиться идеями, спорить, а также излагать свои мысли в письменной форме. Класс должен представлять собой слепок научного сообщества, в которое мы вводим детей.

- Учитель является не послом этого сообщества и не сторонним наблюдателем. Он должен быть соучастником происходящего, «практиком науки».

Феллоуз занимался с детьми 5—9 лет. Вот список (думаю, что очень неполный) тех сюжетов, которые он затрагивал на своих занятиях: раскраска карт и графов; поиск остовных деревьев минимального веса в графах; теория узлов; сортирующие сети; доминирующие множества вершин в графах;

построение графов заданной степени и диаметра; наконец, великое множество задач, связанных с криптографией. Но читатель уже понял: главное — не то, *что* изучается, а то, *как* это делается. Не выслушивание определений, теорем и доказательств, не серии однообразных упражнений, а экспериментирование с реальными графами, картами и узлами, обмен гипотезами, недопонимание и уточнение вопросов, соревнование и поиск наилучших решений и т. п. В одной из статей Феллоуз с гордостью приводит список из четырех исследовательских проблем, которые родились в результате обсуждений с детьми и которые впоследствии привели к нескольким научным публикациям — иногда его собственным, иногда — его коллег, с которыми он обсуждал проблему.

Теоремы и доказательства тоже отнюдь не противопоказаны; но они воспринимаются гораздо лучше, если отвечают на *вопрос, заданный детьми*. Несколько дальше (стр. 269) я упоминаю задачу о «косых квадратах», которая сама естественным образом выводит на теорему Пифагора. Но эту теорему мы стали доказывать только тогда, когда получили от нашей аудитории вопрос: «А что, *так всегда, что ли, будет*?»

«Вы считаете, что детям действительно необходимо знакомство с теорией узлов?» — спрашивали у авторов концепции. «А вы считаете, что детям действительно необходимо знать в деталях все приключения Гекльберри Финна?» — спрашивали те в ответ. Видимо, нет. Детям необходимо: (а) читать; и (б) чтобы история, которую они читают, была увлекательной. Какая конкретно это будет история — вопрос вторичный.

Характерно, что Феллоуз, сам будучи информатиком (что по-английски звучит как computer scientist), весьма скептически, чтобы не сказать враждебно, относится к использованию компьютеров в школьном образовании. Я сам считаю, что компьютеры вовсе не вредны, если рассматривать их как один из возможных инструментов исследования. Но поскольку они являются универсальным средством для всего на свете, то и ловушек и ложных путей предлагают гораздо больше. А уж более дебильное занятие, чем компьютерные игры, и придумать трудно. В Московском детском компьютерном клубе, где я был одним из преподавателей, компьютерные игры были категорически запрещены, а у входа мы торжественно вывесили статью закона, запрещающего «содержание публичных домов и игорных притонов».