

«Трудное дыхание»: к вопросу о преодолении натурального в культурном

Е.В. Чудинова

Психологический институт РАО имени Л.В. Щукиной (ФГБНУ «ПИ РАО»),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: chudinova_e@mail.ru

В.Е. Зайцева

ГБОУ г. Москвы «Школа № 67», г. Москва, Российская Федерация
e-mail: zaiceva@67sch.ru

Поставленная Л.С. Выготским проблема преобразования житейских понятий в научные и взаимодействия между ними продолжает быть актуальной. В статье анализируется преобразование житейского понятия о дыхании в научное, начиная с представлений дошкольника и до конца школьного возраста. Представлен материал экспериментального формирования этого понятия в рамках курса биологии в основной школе в сравнении с традиционным введением понятия. Обучение рассматривается как серия актов опосредствования. Формирующий эксперимент позволяет наблюдать динамику понятийных изменений и рассматривать взаимосвязи исходного и становящегося понятия с точки зрения идей Л.С. Выготского, его учеников и последователей. Обсуждаются перипетии становления и окончательного присвоения научного понятия, взаимодействие житейского и научного понятий, условия преодоления «инкапсулированности» научных понятий в сознании человека

Ключевые слова: житейские понятия, научные понятия, учебная деятельность, теоретическое мышление, изменение понятий, значение.

Для цитаты: Чудинова Е.В., Зайцева В.Е. «Трудное дыхание»: к вопросу о преодолении натурального в культурном // Культурно-историческая психология. 2022. Том 18. № 1. С. 60–68. DOI: <https://doi.org/10.17759/chp.2022180106>

“Difficult Breathing”: to the Problem of Overcoming the Natural in the Cultural

Elena V. Chudinova

PIRAO Institute named after Shukina L.V., Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, E-mail: chudinova_e@mail.ru

Vera Ye. Zaytseva

GBOU “School No. 67”, Moscow, Russia
e-mail: zaiceva@67sch.ru

The problem of transforming everyday concepts of a child into scientific concepts and their interaction posed by L.S. Vygotskii is still relevant. This article analyzes the transformation of the everyday concept of breathing and respiration to the scientific concept, starting with the ideas of a preschooler and up to the end of school age. The material of the experimental teaching within the framework of a five-year biology course for middle school is presented in comparison with the traditional introduction of the scientific concept. Teaching-learning processes are investigated as a series of mediation acts. Analysis of the students learning activity and their learning difficulties demonstrates the dynamics of conceptual changes. It is possible to see the relationship between the initial (‘everyday’) and the emerging scientific concept. Observations are analyzed from the point of view of Lev Vygotskii and his scientific school and other investigators also. The conditions for overcoming the ‘encapsulation’ of scientific concepts in human consciousness are discussed.

The way of development and final appropriation of a scientific concept is shown. The nature of the transformation of an everyday concept in interaction with the scientific concept are discussed.

Keywords: everyday concepts, scientific concepts, learning activity, theoretical thinking, conceptual change, meaning.

For citation: Chudinova E.V., Zaytseva V.Ye. "Difficult Breathing": to the Problem of Overcoming the Natural in the Cultural. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2022. Vol. 18, no. 1, pp. 60–68. DOI: <https://doi.org/10.17759/chp.2022180106> (In Russ.).

Введение

Преодоление натурального в культурном — сквозная линия психического развития человека. Делая предметом своего анализа переход от спонтанных житейских понятий к не спонтанным, научным, т. е. понятиям в собственном смысле слова, Л.С.Выготский заостряет внимание на механизме изменений в мыслительных процессах в ходе онтогенеза, с одной стороны, и на возможностях образовательного процесса как определяющего ход развития — с другой [2].

Переход от житейских понятий к научным продолжает сегодня оставаться не до конца исследованной и актуальной проблемой [6; 10; 16; 18]. Это связано как с задачами изучения развития мышления и понимания, так и с не уменьшающимися педагогическими трудностями формирования научных понятий и поиском эффективных образовательных технологий.

Целью этого исследования является описание пути становления одного из ядерных биологических понятий. Мы хотим проследить трансформацию житейского понимания в ходе обучения, выявить помехи в становлении научного понятия, понять, как и в какой степени преодолевается житейский взгляд, т. е. описать, говоря словами Выготского, «...путь от первого знакомства с новым понятием до того момента, когда слово и понятие делаются собственностью ребенка» [2, с. 191], а также показать роль образовательной технологии в этом процессе. Описывая процесс формирования понятия, мы будем соотносить свои наблюдения с идеями Л.С. Выготского и его последователей.

Житейское и научное понятия дыхания

Понятие дыхания является ключевым в обучении основам биологии, поскольку связывает процессы получения и затрат энергии организмом, может быть основой рассмотрения многочисленных проявлений живых существ, средством осмысленного чтения текстов.

Согласно определению биологического словаря, дыхание — «... одна из основных жизненных функций, совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его в окислительно-восстановительных процессах, а также удаление из организма углекислого газа и некоторых других соединений, являющихся конечными продуктами обмена веществ» [1]. Здесь зафиксирована

многоэтапность и скрыта сущность дыхания как преобразования энергии за невидными для большинства школьников и взрослых словами «использование его в окислительно-восстановительных процессах».

Житейское значение слова «дыхание» — размытое и носит на себе следы влияния научного понятия. В словарях приведены такие толкования: это и название воздуха, который выходит при выдохе, и ряд чередующихся движений вдоха и выдоха, и втягивание и выпускание воздуха легкими, а также поглощение кислорода и выделение углекислого газа живыми организмами. Эти определения не только разнообразны, но иногда ошибочны. Например, легкие не могут «втягивать» воздух, поскольку не снабжены мышечной тканью, обеспечивающей движение.

Развитие понятия дыхания в традиционном школьном обучении

Слова «дыхание», «дышать» известны всем с детства, однако, как пишет Л.С. Выготский, «... когда ребенок впервые усвоил новое слово, связанное с определенным значением, развитие значения слова не закончилось, а только началось» [2, с. 188]. По некоторым данным, важные изменения в представлениях о теле происходят в младшем школьном возрасте. Процессы питания, дыхания мыслятся дошкольником на уровне внешних проявлений. У младшего школьника эти представления спонтанно изменяются в сторону механистичных объяснений. Формируется «контейнерная» теория тела — каждому «веществу» в теле необходимо вместилище: например, воздуху — легкие [10].

Однако представление о легких не может возникнуть без рассматривания рисунков внутреннего строения тела человека, без называния взрослыми этой части тела. Другими словами, на возникновение «контейнерных» представлений влияет содержание детских энциклопедий или учебников, которые любят рассматривать уже дошкольники.

В начальной школе слово «дыхание» продолжает употребляться в житейском смысле. Иногда учитель или учебник сообщают ученикам о кислороде и углекислом газе. Но эти знания для учеников формальны. «Спонтанное понятие и первое его зарождение все-таки связаны с непосредственным столкновением ребенка с теми или иными... реальными вещами» [4, с. 6], а газы воздуха оказываются для ребенка гораздо менее реальными, чем, например, виртуальные

герои игр, потому что они невидимы, а средства обнаружения их присутствия в воздухе (горящая лучина и известковая вода) ученикам начальной школы не предлагаются.

Вероятно, если бы обучение в начальной школе строилось как учебные диалоги с использованием символических метафор [18], это способствовало бы развитию житейских понятий о дыхании и создавало основу для введения теоретического понятия дыхания в основной школе. Но в реальности современно обучение настойчивость учителя начальной школы часто приводит к формированию заблуждений: «человек вдыхает кислород (а не воздух)», «растения дышат наоборот — вдыхают углекислый газ, а выдыхают кислород». Задача учителей основной школы становится гораздо труднее, чем была бы, если: а) в бытовом языке отсутствовало слово «дыхание»; б) перед начальной школой не стояла задача говорить о питании и дыхании растений.

А.Н. Леонтьев писал, что «... для того, чтобы в суждении ребенка возникло... понятие, необходимо построить у него соответствующую этому высшему обобщению систему психологических операций», которая определяется «... лежащим за ней реальным отношением ребенка к действительности, а не наоборот» [11, с. 348]. Исследовательская и проектная работа Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова и их сотрудников доказала эффективность организации учебной деятельности для развития основ теоретического мышления школьников [5; 7]. Но несмотря на это, путь изучения дыхания в традиционной основной школе не изменился со времен Выготского: в качестве главного момента в их развитии (развитии понятий. — *Прим. наше*) выступает первичное вербальное определение...» [2, с. 186].

В традиционном обучении научное понятие дыхания вводится в курсе ботаники. В одном из наиболее распространенных сегодня учебников для 6-го класса дыхание определяется как «... сложный процесс, протекающий в клетках живого организма. В ходе этого процесса происходит распад органических веществ на углекислый газ и воду. При этом выделяется энергия, которая используется растением для процессов жизнедеятельности» [15, с. 107]. Далее так же, как описывает Выготский, «... эти знания сопоставляются с другим знанием, даются различные формулировки этого знания... [4, с. 5]. Дыхание сравнивается с «пройденным» процессом фотосинтеза, который рассматривается как ему противоположный.

Такое обучение принципиально не может привести к формированию научного понятия, поскольку: 1) у учеников нет к этому моменту НИКАКОГО представления о химических реакциях (тем более об окислительно-восстановительных); 2) фотосинтез значительно сложнее дыхания даже в самом первом приближении. Логика изучения этих понятий должна быть обратной.

Трудности усвоения ключевых биологических понятий фиксируются во многих исследованиях не только в нашей стране, но и за рубежом [26; 27; 28; 29; 30]. Отмечается, что учебные проблемы связаны с трудностями переструктурирования знаний, опреде-

ляющимися контекстом, деятельностью, ситуациями, в которых эти понятия были присвоены [6; 28 и др.]. Показано, что понятия, связанные с функционированием и развитием (дыхание, ген, митоз и пр.), усваиваются труднее, чем «структурные» понятия (например, клетка, органелла, ...) [27; 30]. На наш взгляд, понятия функциональные — это теоретические понятия, исходной клеточкой которых является недоступное прямому наблюдению исходное отношение. Поэтому предлагаемые пути решения проблемы, такие как большая визуализация материала, имитационные игры, включение практических заданий, не могут значительно повысить эффективность их усвоения.

Исходной точкой нашего исследования стала разработка пути введения ключевых биологических понятий в основной школе как теоретических и сравнение эффективности этого пути с традиционным обучением [9; 21; 22; 23].

В традиционном обучении понятие дыхания не усваивается: на первом и втором уровне по методике SAM [13] задачи не решил ни один ученик из 55 человек контрольной группы. Обучение по экспериментальной программе дало более позитивный результат: 41% учеников из группы 160 обучавшихся решили задачи первого и второго уровней.

Эти данные позволяют нам не рассматривать традиционное обучение как источник развития научного понятия дыхания и сосредоточиться на описании становления этого понятия в курсе «Новая биология», разработанном в соответствии с теорией учебной деятельности Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова. Для целей нашего исследования также важно, что в подобных курсах процесс усвоения научных понятий становится наблюдаемым, предполагая моделирование и дискуссионные формы взаимодействия.

Логика формирования понятия дыхания в экспериментальном курсе

В курсе «Новая биология» понятие дыхания строится как одно из центральных понятий. Можно рассмотреть предметную линию формирования этого понятия, то выходящую на передний план, то уходящую в тень, переплетающуюся с линиями развития других понятий. Подробно это описано в других источниках [22; 23], здесь мы лишь выделим основные этапы и ключевые повороты в обучении.

1. Переход от наблюдаемого к скрытому (проникновение в суть наблюдаемого процесса)

На первом этапе ученикам открывается смысл процесса дыхания как единственного процесса в теле живого существа, в ходе которого из органических веществ высвобождается энергия, которая потом затрачивается на другие процессы. (рис. 1). Большинство экспериментов по изучению жизненных процессов проводится на себе, используются виртуальные опыты, т. е. здесь отсутствуют дефициты образно-смысловой основы развития понятий, об опасности которых предостерегает В.В. Рубцов [17].

Этот период продолжается три месяца. Ученики не раз переформулируют определение дыхания, уточняя его. При этом они как бы не замечают, что их понимание изменилось — реальное употребление слова и то, как «обобщение выступает для сознания», не совпадают¹. Видимо, чтобы этот конфликт обнажился, нужен особый поворот событий, который становится содержанием второго этапа. Результатом первого этапа является построение опор для этого радикального понятийного изменения.

2. Моделирование: связывание функций и обнаружение места дыхания в этой связке

Переломной точкой становится создание классом схемы, фиксирующей связность процессов (рис. 2).

Существенная черта схемы — помещение процесса дыхания внутрь тела живого существа, взятого предельно абстрактно. Именно этот шаг заставляет учеников увидеть необходимость проведения кислорода и органических веществ пищи внутрь, через заданную пока абстрактно границу тела, «туда, где происходит дыхание».

В процессе создания схемы у школьников впервые появляется возможность различить процессы дыхания и газообмена. Научный термин «дыхание» означает либо процесс окисления органических веществ (узкий смысл), либо объединяет все этапы дыхания, в том числе переход кислорода и углекислого газа во внутреннюю среду и обратно, а также процесс перемещения воздуха по дыхательным путям. Одна-



Рис. 1. Первый этап развития понятия «дыхание» в экспериментальном обучении

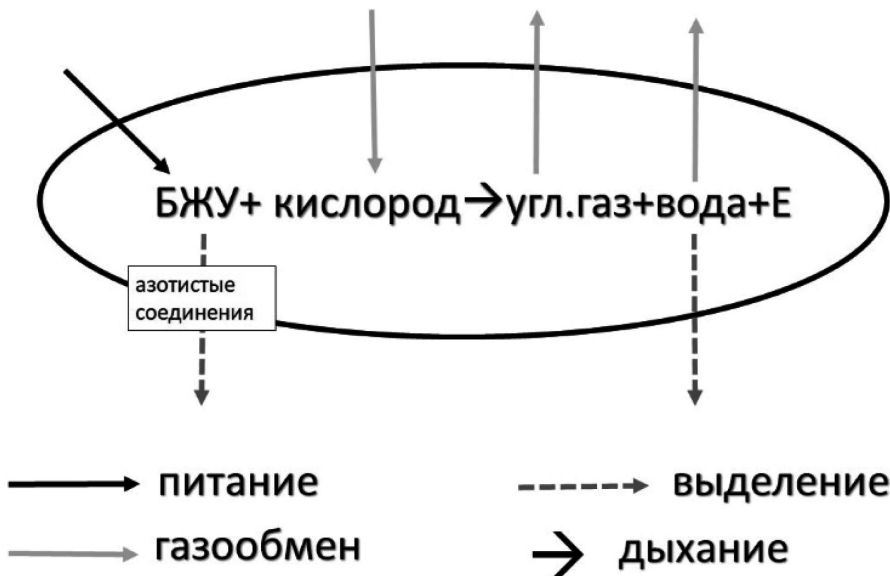


Рис. 2. Схема, показывающая связь процессов, происходящих в теле живого существа. Разными типами стрелок показаны разные процессы

¹ Аналогичное наблюдение описано в работе А.Н. Леонтьева (опыты Л.И. Божович).

ко в научном языке для обозначения перехода газов через границу тела есть отдельный термин «газообмен». Этот термин и предлагает учитель, когда дети самостоятельно формулируют определение, описывая серые стрелки на схеме. Учитель помогает детям в поиске слов и схематической формы, акцентируя определенным образом их действия. Так для учеников впервые возникает противоречие между исходным и новым значениями слова «дыхание».

Дети выполняют задания по переводу высказываний типа «собака часто дышала, высунув язык» с бытового языка на научный, причем эта работа осуществляется не только в устных, но и в письменных формах, что должно повышать уровень овладения понятиями [20]. Слова учителя «бытовое» и «научное» указывают на отношение между «правильным» (в этой ситуации) и «неправильным» [24]. В дальнейшем при каждом ошибочном высказывании учитель спрашивает: «Что путает Маша?» и раздается хор: «дыхание с газообменом!». Через некоторое время ученики, не дожидаясь вопроса, высказываются: «Вова, не путай газообмен и дыхание!», что знаменует собой «утверждение образца» [24].

Л.С. Выготский пишет: «Ребенок, который знает воду так, как знает ее в жизни, и который узнает научное понятие в школе, он то и другое может и не объединять сразу [4, с. 12]». Подходит ли слово «объединять» к явлению взаимодействия двух значений слова — старого «житейского» и нового «научного»? П. Тульвисте, опираясь на идеи Л.С. Выготского и Вяч.Вс. Иванова, показывает, что мышление взрослого человека гетерогенно. Причиной является разнообразие видов деятельности, в которые включен человек [19]. Отсюда понятно, что житейское словоупотребление в принципе не должно полностью сменяться научным по мере обучения. Ученый-ботаник не попросит на рынке взвесить ложные плоды земляники садовой, имея в виду попросить полкило клубники. И думать при этом он будет о «клубнике», а не о «ложных плодах земляники садовой». Но, видимо, в процессе получения образования у человека возникает возможность переключаться с одного словоупотребления на другое, становясь, в зависимости от текущих задач, то довольно примитивно мыслящим, доверчивым и склонным к апофении [14], то критичным, мыслящим в строгих научных понятиях.

Результатом этого этапа обучения становится различение и противопоставление бытового и узкого научного значения слова «дыхание». Большинство учеников произвольно и осознанно переходят от одного к другому в зависимости от задачи/ситуации. Условием становления этого действия, т. е. «условием присутствия сознания» в этом переходе [24], становится противопоставление и пере-означивание учителем выделенных учениками и представленными схематически процессов.

3. Конкретизация понятия о дыхании

Следующий шаг в развитии понятия — точка удивления, когда ученики обнаруживают место ды-

хания — митохондрию каждой живой клетки. Прежде они знали, что процесс дыхания происходит «где-то во внутренней среде». В это время параллельно происходит взламывание детских представлений о том, что такое «внутреннее» и «внешнее», в ходе которого выясняется, что содержимое легких — внешняя среда, хотя она находится КАК БЫ ВНУТРИ тела. Преобразование житейских представлений идет широким фронтом, как ледоход. Это та самая системность научных понятий, которую часто подчеркивал Л.С. Выготский.

Изучая многоклеточных животных, ученики конкретизируют понимание: им приходится обнаруживать энергозатратность того или иного процесса, ставя тем самым этот процесс в связь с процессом дыхания. Схема связи функций обогащается функцией вентиляции и т. п.

4. Понимание дыхания становится опорой для последующего действия.

Становление системы понятий

Следующей вехой в развитии понятия становится переход к изучению растений. Внешняя неподвижность растений обманчиво проста, функционально они сложнее животных. Поэтому в нашем курсе они изучаются позже. Схема связи функций животного организма, построенная учениками, становится опорой в открытии принципов функционирования растений [9; 22; 23]. Обнаруженная учениками связь процессов дыхания и фотосинтеза преобразует понимание дыхания, вписывая его в более мощную систему понятий пластического и энергетического обмена, развивающихся в дальнейшем в 10–11-х классах. Это приводит, говоря словами Выготского, «... к локализации данного понятия в определенной системе отношений общности...» [2, с. 222]. Так стихия учебной деятельности задает определенный ритм развития понятий и связывает отдельные акты опосредствования [24].

Взаимодействие научного и житейского (исходного) понятий

Характер обучения во времена Выготского склонял его к мысли, что научные понятия, вводимые в обучении вербально, отличаются от спонтанных иным отношением к опыту ребенка. Мы видим, что вербальное введение научного понятия не приводит к нужному результату, а организация собственных детских действий в большей степени способствует развитию понятий, что говорит о необходимости перестраивать традиционное обучение.

Путь научного понятия отличается от пути житейского не просто большей осознанностью, но тем, что предметом осознания (фокусировки, совместной работы) становится не содержание научного понятия, но ОТНОШЕНИЕ между ним и содержанием исходных детских представлений. Лишь отдельные ученики способны проделать эту работу самостоятельно, и на этом факте, видимо, основана идея Выготского о

том, что уровень развития научных понятий «выступает как зона ближайших возможностей в отношении житейских понятий, проторяя им путь, являясь своего рода пропедевтикой их развития» [2, с. 187].

Осознанное противопоставление бытового и научного значений слова является необходимым моментом в становлении понятия. Переводы с бытового языка на научный — не технический момент, а многократно воспроизводящаяся ситуация смены позиции, перехода к новому видению в одновременности существования прежнего и нового взглядов.

Длительное удержание различия работает не только на становление научного понятия, но и на развитие исходного понятия, обогащая последнее новыми смыслами и образами и делая его более «встраиваемым» в складывающуюся картину мироздания. Исходное понимание дыхания видится теперь учениками как ограниченное. Процессы вдоха и выдоха становятся более ощущаемыми и чувственно дифференцируемыми, многократное наблюдение ученика за тем, как они происходят в его организме, привлекает внимание к разным аспектам их протекания. Эти процессы связываются с другими, прежде неизвестными ученику внутренними процессами, которые, не став наблюдаемыми, тем не менее обретают действительность в плане представлений. Говоря словами Б.Д. Эльконина: «... культурное — это то, что натуральному задает ритм и ощутимость...» [25].

Л.С. Выготский пишет, что житейские и научные понятия «... не инкапсулированы в сознании ребенка, не отделены друг от друга непроницаемой перегородкой, не текут по двум изолированным каналам, но находятся в процессе непрерывного взаимодействия» [2, с. 199]. Наши наблюдения показывают, что это происходит не всегда. Зачастую научные понятия, введенные в обучении вербально, так и остаются «инкапсулированными». Воздействие становящихся научных понятий на житейские не протекает спонтанно, но требует определенных условий: специально организованного обучения с возвратами и переосмыслениями либо самостоятельной произвольной работы человека по прояснению собственных понятий (направленного рефлексивного мышления).

Дальнейшее развитие научного понятия

Говоря о том, что происходит с научными понятиями дальше, Л.С. Выготский пишет о том, что усвоенная ясно мысль становится личной мыслью, «...и задача психолога как раз состоит в том, чтобы проследить этот процесс» [3, с. 72]. Развивая эти представления, последователи Выготского говорят о построении человеком собственного поля действия и намерений, как эффектов акта опосредствования [8; 12].

Отслеживая дальнейшие превращения понятия дыхания, мы предлагали ученикам трехуровневую задачу (SAM) на это понятие (рис. 3). В классе трудно наблюдать ход формирования научного понятия на уровне индивида, но исследовать эти процессы «в их наиболее простой и выразительной форме» [11] в лабораторных условиях невозможно, так как взаимодействие в классе является существенным условием формирования. Изучать динамику формирования понятий в обучении трудно также и в силу «неклассичности» культурно-исторического подхода: мы понимаем, что любое вмешательство меняет ход процесса. Приходится довольствоваться сравнительным анализом срезов, сделанных в разных классах на разных этапах обучения. Для этих данных статистический анализ представляется неадекватным: на решаемости сказывается глубина понимания учителями задач обучения, требовательность к ученикам и т. п. На основании этих данных можно лишь строить гипотезы о тенденциях развития.

Не анализируя данные подробно, отметим один чрезвычайно интересный факт: вслед за ростом понимания, отставая на месяцы и годы, следует рост решаемости задания третьего уровня. На временную задержку, отставание между пониманием и возможностью свободно использовать понятие для решения разнообразных «неклассифицируемых» задач, указывают и другие данные [13; 23]. Это означает, что усвоенное научное понятие становится собственным ресурсом, окончательно при-сваивается, не сразу.

Это связано с необходимостью реконституализации знания, полученного не «в жизни», а в учебных ситуациях [6]. Но более важным является необходимость перефункционализации понятия — из объекта построения оно становится орудием [8; 25; 26]. Дальнейшее развитие связано с осознанием понятия как некой

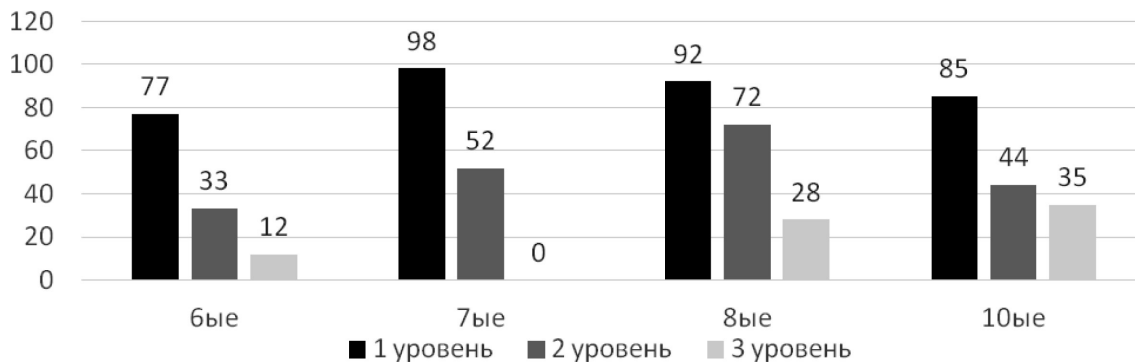


Рис. 3. Решаемость трехуровневой задачи на понятие дыхания учениками разных 6–10-х гимназических классов (114 человек) одной школы, обучающимися у разных учителей

оперативной единицы, вписыванием его в контексты собственных действий, индивидуализацией знаковой формы. Окончательное присвоение происходит в стихийно складывающихся житейских ситуациях, но для амплификации эффекта необходима организация учебных проб в рамках направленного обучения [23].

Л.С. Выготский говорит, что «...логическое мышление не складывается из понятий... оно есть сами же понятия в их действии» [3, с. 78]. Фиксируя факт окончательного присвоения понятия дыхания, мы, по сути, отмечаем крупный шаг в становлении биологического мышления.

Резюме

Освоение научного понятия дыхания не происходит в легком ритме. Даже в условиях организованного обучения преобразование житейских понятий происходит не всегда: выученные и понятые определения терминов могут остаться инкапсулированными, отделенными от исходных понятий.

Преобразование исходного/житейского понятия в научное происходит в серии актов опосредствования: это множество поворотов — точек встречи развивающейся предметной деятельности с опосредствующими ее знаковыми формами. В них и происходит развитие значения слова «дыхание». Пути научного и житейского понятий отличаются тем, что предметом совместной работы учителя и ученика, а, значит, тем, что осознается учеником, становится не содержание научного понятия, но *отношение* между ним и со-

держанием исходных житейских понятий. Условие завершенности этих преобразований — осознанное противопоставление прежнего и нового понимания и удержание противопоставления с помощью специально выстроенных знаковых форм.

Возникшее понимание еще не означает возможности использовать понятие в качестве собственного ресурса, т. е., говоря педагогическим языком, возможности применить научное понятие. Окончательное присвоение понятия связано с его перефункционализацией и индивидуализацией знаковых форм, удерживающих его в сознании.

Сформированное научное понятие не заменяет житейское, «включая его в себя». В качестве метафоры для понимания сути взаимодействия научных и житейских понятий в сознании человека подходит известная математическая задача о шести спичках, из которых требуется сложить четыре треугольника. Чтобы ее решить, нужно выйти из плоскости в пространство и сложить тетраэдр. Становление научного понятия на основе житейских — это выход из плоскости. В плоскость можно вернуться, она при этом не перестает существовать. Житейская трудность моментально возвращает человека в плоскость: «Дыши! Глубже!» — и человек мгновенно делает глубокий вдох. Однако возведенная однажды трехмерная конструкция позволяет реконструировать ее снова и снова, совершая с каждым разом все меньшее усилие. Поэтому в ситуации, когда требуется более глубокий/высокий научный взгляд, оказывается возможным не только выстроить тетраэдр заново, но и посмотреть с вершины этой башни на то, что вокруг.

Литература

1. Биологический энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/contents.nsf/dic_biology/ (дата обращения: 12.02.2020).
2. Выготский Л.С. Мышление и речь // Собр. соч.: в 6 т. Т. 2. М.: Педагогика, 1982. С. 6—361.
3. Выготский Л.С. Педология подростка // Собр. соч.: в 6 т. Т. 4. М.: Педагогика, 1982. С. 5—242.
4. Выготский Л.С. Развитие житейских и научных понятий в школьном возрасте // Психологическая наука и образование. 1996. Том 1. № 1. С. 5—19.
5. Гордеева Т.О. Когнитивные и образовательные эффекты системы развивающего обучения Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова: возможности и ограничения // Культурно-историческая психология. 2020. Том 16. № 4. С. 14—25. DOI:10.17759/chp.2020160402
6. Гист Х. Поддержка присвоения знаний и Conceptual Change в обучении. Стратегия обучения при восхождении от абстрактного к конкретному // Культурно-историческая психология. 2014. Том 10. № 4. С. 99—109.
7. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. М: ИНТОР, 1996. 544 с.
8. Егорова А.А. Построение ситуации собственного действия: способ действия и намерение // Культурно-историческая психология. 2010. Том 6. № 3. С. 18—28.
9. Зайцева В.Е., Чудинова Е.В. Фотосинтез как заново открытый велосипед // Биология в школе. 2013. № 2. С. 6—51.

References

1. Biologicheskii entsiklopedicheskii slovar' [Biological encyclopedic dictionary]. Available at: https://dic.academic.ru/contents.nsf/dic_biology/ (Accessed: 12.02.2020). (In Russ.).
2. Vygotskii L.S. Myshlenie i rech'. Sobr. soch. v 6 t. Tom 2 [Thinking and speaking. Collected Works: in 6 vol. Vol. 2]. Moscow: Publ.Pedagogika, 1982, pp. 6—361. (In Russ.).
3. Vygotskii L.S. Pedologiya podrostka. Sobr. soch. v 6 t. Tom 4 [Pedology of a teenager. Collected works in 6 vol. Vol. 4]. Moscow: Publ.Pedagogika, 1982, pp. 5—242. (In Russ.).
4. Vygotskii L.S. Razvitiye zhyteyskikh i nauchnykh ponyatii v shkol'nom vozraste [Development of everyday and scientific concepts at school age]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 1996. Vol. 1, no. 1, pp. 5—19. (In Russ.).
5. Gordeeva T.O. Kognitivnye i obrazovatel'nye efekty sistemy razvivayushchego obucheniya D.B. El'konina—V.V. Davydova: vozmozhnosti i ogranicheniya [Cognitive and educational effects of the developmental education system D.B. Elkonin — V.V. Davydov: opportunities and limitations]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2020. Vol. 16, no. 4, pp. 14—25. DOI:10.17759/chp.2020160402 (In Russ.).
6. Gist Kh. Podderzhka prisvoeniya znaniy i Conceptual Change v obuchenii. Strategiya obucheniya pri voskhozhdenii ot abstraktnogo k konkretnomu [Supporting Knowledge Assignment and Conceptual Change in Teaching. Learning

10. Казанская К.О., Мещеряков Б.Г. Концептуальные изменения в представлениях о здоровье и болезни у младших школьников // Культурно-историческая психология. 2012. Том 8. № 3. С. 19–29.
11. Леонтьев А.Н. Овладение учащимися научными понятиями как проблема педагогической психологии // Становление психологии деятельности. Ранние работы. М.: Смысл. 2003. С. 316–350.
12. Нежнов П.Г. Опосредствование и спонтанность в модели «культурного развития» // Вестник МГУ. Серия 14. Психология. 2007. № 1. С. 133–146.
13. Нежнов П.Г. Тесты SAM (Student Achievements Monitoring) в образовательной практике. М.: Некоммерческое партнерство «Авторский клуб», 2018. 48 с.
14. Панчин А.Ю. Апофения. СПб: Питер. 2019. 256 с.
15. Пономарева И.Н. и др. Биология: 6 класс [Электронный ресурс] / URL: <https://newgdz.com/fullpage/?189dKUvcdJv1ak/106/uchebniki-6-klass/11097-chitat-biologiya-6-klass-ponomareva-onlain> (дата обращения: 19.12.2020).
16. Ромашук А.Н. Переход от житейского к научному при обучении: использование категории «снятия» в подходе Л.С. Выготского [Электронный ресурс]. URL: <https://author-club.org/projects/seminar/pages/romashchuk/> (дата обращения: 18.02.2021).
17. Рубцов В.В. О двух путях образования понятий у ребенка // Психологическая наука и образование. 1997. Том 2. № 3. С. 61–72.
18. Рубцов В.В., Марголис А.А., Телегин М.В. Психологическое исследование генеза и развития житейских понятий в условиях учебного диалога (второй этап) // Психологическая наука и образование. 2008. Том 13. № 2. С. 61–69.
19. Тульviste П. Культурно-историческая природа вербального мышления [Электронный ресурс] / URL: <https://www.psychology-online.net/articles/doc-815.html> (дата обращения: 11.02.2021).
20. Цукерман Г.А., Кleshch Н.А. Понимание понятийного текста и владение понятиями // Психологическая наука и образование. 2017. Том 22. № 3. С. 19–27. DOI:10.17759/pse.2017220302
21. Чудинова Е.В. «Новая биология» и ее образовательные результаты // Психологическая наука и образование. 2019. Том 24. № 3. С. 63–73. DOI:10.17759/pse.2019240306
22. Учебный курс «Новая биология» [Электронный ресурс]. URL: <http://m-bio.club/> (дата обращения: 20.02.2021).
23. Учим понимать биологию. Коллективная монография / Авт.-сос. Е.В. Чудинова. М.: Некоммерческое партнерство «Авторский клуб», 2019. 216 с.
24. Эльконин Б.Д. Посредническое Действие и Развитие // Культурно-историческая психология. 2016. Том 12. № 3. С. 93–112. DOI:10.17759/chp.2016120306
25. Эльконин Б.Д. Современность КИП как психологии развития: ключевые искомые, шаг, горизонт: Доклад на семинаре «Культурно-историческая психология и антропология: шаг развития» 17.02.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=emYMI MJGvQ8&feature=youtu.be> (дата обращения: 19.02.2021).
26. Duran B.J., Dugan T., Weffer R. Language Minority Students in High School: The Role of Language in Learning Biology Concepts [Электронный ресурс]. URL: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<311::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<311::AID-SCE2>3.0.CO;2-F) (дата обращения: 18.02.2021).
27. Çimer A. What Makes Biology Learning Difficult and Effective: Students' Views [Электронный ресурс]. strategy for climbing from abstract to concrete]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2014. Vol. 10, no. 4, pp. 99–109. (In Russ.).
7. Davydov V.V. Teoriya razvivayushchego obucheniya [Developmental learning theory]. Moscow: Publ. INTOR, 1996. 544 p. (In Russ.).
8. Egorova A.A. Postroenie situatsii sobstvennogo deistviya: sposob deistviya i namerenie [Building a situation of one's own action: mode of action and intention]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2010. Vol. 6, no. 3, pp. 18–28. (In Russ.).
9. Zaitseva V.E., Chudinova E.V. Fotosintez kak zanovo otkrytyi velosiped [Photosynthesis as a rediscovered bicycle]. *Biologiya v shkole = School biology*, 2013, no. 2, pp. 46–51. (In Russ.).
10. Kazanskaya K.O., Meshcheryakov B.G. Kontseptual'nye izmeneniya v predstavleniyakh o zdorov'e i bolezni u mladshikh shkol'nikov [Conceptual changes in the concepts of health and illness in primary schoolchildren]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2012. Vol. 8, no. 3, pp. 19–29. (In Russ.).
11. Leont'ev A.N. Ovladenie uchashchimisya nauchnymi ponyatiyami kak problema pedagogicheskoi psikhologii [Mastering by students of scientific concepts as a problem of educational psychology]. In Leont'ev A.N. Stanovlenie psikhologii deyatel'nosti. Rannie raboty [Formation of activity psychology. Early work]. Moscow: Publ. Smysl, 2003, pp. 316–350. (In Russ.).
12. Nezhnov P.G. Oposredstvovanie i spontannost' v modeli «kul'turnogo razvitiya» [Mediation and spontaneity in the model of “cultural development”]. *Vestnik Mosk. Unta. Psichologia = The Bulletin of the Moscow State University. Psychology*, 2007. Vol. 14, no. 1, pp. 133–146. (In Russ.).
13. Nezhnov P.G. Testy SAM (Student Achievements Monitoring) v obrazovatel'noi praktike [SAM (Student Achievements Monitoring) tests in educational practice]. Moscow: Publ. Avtorskii klub, 2018, 48 p. (In Russ.).
14. Panchin A.Yu. Apofeniya [Apophenia]. Sanct-Petersburg: Publ. Piter, 2019, 256 p. (In Russ.).
15. Ponomareva I.N. et al. Biologiya: 6 klass [Biology. 6 grade]. <https://newgdz.com/fullpage/?189dKUvcdJv1ak/106/uchebniki-6-klass/11097-chitat-biologiya-6-klass-ponomareva-onlain> (Accessed: 19.12.2020). (In Russ.).
16. Romashchuk A.N. Perekhod ot zhiteiskogo k nauchnomu pri obuchenii: ispol'zovanie kategorii «snyatiya» v podkhode L.S. Vygot'skogo [The transition from everyday to scientific in teaching: the use of the category of “subtraction” in the approach of L.S. Vygotsky]. Available at: <https://author-club.org/projects/seminar/pages/romashchuk/> (Accessed: 18.02.2021). (In Russ.).
17. Rubtsov V.V. O dvukh putyakh obrazovaniya ponyatii u rebenka [About two ways of forming concepts in a child]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 1997. Vol. 2, no. 3, pp. 61–72. (In Russ.).
18. Rubtsov V.V., Margolis A.A., Telegin M.V. Psikhologicheskoe issledovanie genеза i razvitiya zhiteiskikh ponyatii v usloviyakh uchebnogo dialoga [Psychological study of the genesis and development of everyday concepts in the context of educational dialogue]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 2008. Vol. 13, no. 2, pp. 61–69. (In Russ.).
19. Tul'viste P. Kul'turno-istoricheskaya priroda verbal'nogo myshleniya [The cultural and historical nature of verbal thinking]. Available at: <https://www.psychology-online.net/articles/doc-815.html> (Accessed: 11.02.2021). (In Russ.).
20. Tsukerman G.A., Kleshch N.A. Ponimanie ponyatiinogo teksta i vladenie ponyatiyami [Understanding of conceptual text and mastery of concepts]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 2017. Vol. 22, no. 3, pp. 19–27. DOI:10.17759/pse.2017220302. (In Russ.).

URL: <https://academicjournals.org/journal/ERR/article-abstract/6AD7EA84352> (дата обращения: 16.02.2021)

28. Lazarowitz R., Penso S. High School Students' Difficulties in Learning Biology Concepts [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F00219266.1992>. DOI:10.1080/00219266.1992.9655276 (дата обращения: 20.12.2020)

29. Ramaiya S.D. Innovative Teaching Approaches in Biology Education for Promoting Sustainability [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/profile/Siti_Nurul_Mahfuzah_Mohamad2/publication/328064639_IUCCEL_2018_Proceedings (дата обращения: 18.02.2021).

30. Tekkaya C., Özkan Ö., Sungur S. Biology Concepts Perceived as Difficult by Turkish High School Students [Электронный ресурс]. URL <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.843.5501&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 16.12.2020).

21. Chudinova E.V. «Novaya biologiya» i ee obrazovatel'nye rezultaty ["New biology" and its educational results]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 2019. Vol. 24, no. 3, pp. 63–73. DOI:10.17759/pse.2019240306. (In Russ.).

22. Uchebnyi kurs «Novaya biologiya» [Course "New biology"]. Available at: <http://m-bio.club/> Accessed: 20.02.2021). (In Russ.).

23. Uchim ponimat' biologiyu [We teach to understand biology]. Moscow: Publ. Avtorskii klub, 2019. 216 p. (In Russ.).

24. El'konin B.D. Posrednicheskoe Deistvie i Razvitie [Mediation and development]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2016. Vol. 12, no. 3, pp. 93–112. DOI:10.17759/chp.2016120306

25. El'konin B.D. Sovremennost' KIP kak psikhologii razvitiya: klyuchevye iskomye, shag, gorizont. Doklad na seminare "Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya i antropologiya: shag razvitiya" 17.02.2021 [Modernity of instrumentation as a developmental psychology: key sought, step, horizon. Report at the seminar "Cultural-historical psychology and anthropology: a step of development"]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=emYMLMJGvQ8&feature=youtu.be> (Accessed: 19.02.2021). (In Russ.).

26. Duran B.J., Dugan T., Weffer R. Language Minority Students in High School: The Role of Language in Learning Biology Concepts. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<311::AID-SCE2>3.0.CO;2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<311::AID-SCE2>3.0.CO;2) (Accessed: 18.02.2021)

27. Çimer A. What Makes Biology Learning Difficult and Effective: Students' Views. Available at: Kristiani, E., Ristanto, R.H., & Lisanti, E. Exploring Gender-based Biological Concepts: an Analysis of Bilingual Secondary School Students. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2020. Vol. 13, no. 1, pp. 1–13.

28. Lazarowitz R., Penso S. High School Students' Difficulties in Learning Biology Concepts. Available at: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F00219266.1992>. DOI:10.1080/00219266.1992.9655276 (Accessed: 20.12.2020)

29. Ramaiya S.D. Innovative Teaching Approaches in Biology Education for Promoting Sustainability. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Siti_Nurul_Mahfuzah_Mohamad2/publication/328064639_IUCCEL_2018_Proceedings (Accessed: 18.02.2021)

30. Tekkaya C., Özkan Ö., Sungur S. Biology Concepts Perceived as Difficult by Turkish High School Students. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.843.5501&rep=rep1&type=pdf> (Accessed: 16.12.2020)

Информация об авторах

Чудинова Елена Васильевна, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, Психологический институт РАО имени Л.В. Щукиной (ФГБНУ «ПИ РАО»), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: chudinova_e@mail.ru

Зайцева Вера Евгеньевна, заслуженный учитель России, учитель биологии ГБОУ «Школа № 67», Москва, Российская Федерация, e-mail: zaiceva@67sch.ru

Information about the authors

Elena V. Chudinova, Ph.D. in Psychology, Leading Researcher, PIRAO, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, E-mail: chudinova_e@mail.ru.

Vera Ye. Zaytseva, the honoured teacher of RF, school 67, Moscow, Russia, E-mail: zaiceva@67sch.ru

Получена 11.03.2021

Принята в печать 01.03.2022

Received 11.03.2021

Accepted 01.03.2022