

**Проблематизация обучения биологии
через применение провокационных вопросов,
эвристической беседы и оценки результатов
по шкале «истина – сомнение – заблуждение»**

**Problematization of learning biology through
the use of provocative questions,
heuristic conversation and results evaluation
on the “truth – doubt – misconception” scale**

Автор статьи

Хаустов Сергей Анатольевич,
кандидат биологических наук, старший научный со-
трудник научно-образовательного центра ФГАОУ ВО
«Государственный университет просвещения»,
г. Пушкино, Российская Федерация
sa.khaustov@guppros.ru
ORCID: 0000-0001-9286-3644

Author of the article

Sergei A. Khaustov
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Sci-
entific and Educational Center of the State University of
Education, Pushchino, Russian Federation
sa.khaustov@guppros.ru
ORCID: 0000-0001-9286-3644

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Хаустов С. А. Проблематизация обучения биологии че-
рез применение провокационных вопросов, эвристиче-
ской беседы и оценки результатов по шкале «истина –
сомнение – заблуждение» // Научно-методический
электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 06. –
С. 202–220. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241091.htm>.
– DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11091

For citation

S. A. Khaustov, Problematization of learning biology
through the use of provocative questions, heuristic con-
versation and results evaluation on the “truth-doubt-
misconception” scale // Scientific-methodological elec-
tronic journal "Koncept". – 2024. – No. 06. – P. 202–220.
– URL: <https://e-koncept.ru/2024/241091.htm>. – DOI:
10.24412/2304-120X-2024-11091

Поступила в редакцию <i>Received</i>	24.03.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	27.04.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	27.04.24	Опубликована <i>Published</i>	30.06.24



Аннотация

Повышение качества естественно-научного образования является актуальной проблемой современной школы и требует непрерывной разработки и применения арсенала методических приемов и средств, в том числе направленных на развитие познавательной мотивации учащихся. Цель исследования – выявление и использование в учебном процессе наиболее распространенных научных мифов в качестве основы для проблематизации обучения биологии. Для проведения данного исследования была разработана опросная анкета, включающая биологические утверждения, направленные на оценку биологических знаний и подверженности различным заблуждениям. Сбор информации осуществлялся с использованием наиболее достоверных источников научной информации: учебных и методических пособий, современных публикаций в реферируемых профильных журналах. В исследовании принял участие 81 человек, среди которых – учащиеся школ, изучающие биологию на базовом и углубленном уровнях, а также участники молодежной конференции. Данные фиксировались в формате самопроверки в процессе эвристической беседы с демонстрацией набора иллюстративных материалов и самооцениванием по разработанной шкале «истина – сомнение – заблуждение». Обработка и графическая визуализация выполнялись в приложении Microsoft Excel. В результате исследования были выявлены биологические мифы, наиболее часто встречающиеся среди опрошенных групп респондентов; предложены возможные причины и принципы их распространения. Разработана методика проведения урока, объединяющая анкетирование с использованием провокационных вопросов и самопроверку в процессе эвристической беседы. Апробированные подходы к проблематизации обучения показали свою эффективность в ходе проверочного анкетирования спустя 12 месяцев. В качестве дальнейшего развития данной работы предложены варианты регулярного применения проблемных провокационных вопросов при обучении биологии на разных уровнях. Результаты исследования демонстрируют актуальность непрерывного обновления учебных материалов с учетом современных научных данных, а также диагностики подверженности учащихся различного рода заблуждениям и псевдонаучным фактам. Кроме того, процесс данного мониторинга в соответствии с предложенной схемой может оказаться сильной мотивирующей основой для углубленного изучения предмета.

Abstract

Improving the quality of education in the field of natural sciences is an urgent problem in modern schools and requires the continuous development and application of methodological techniques and tools, including those aimed at developing students' cognitive motivation. The purpose of the study: to identify the most common biological "myths" and to use them in the educational process as a basis for problematization of learning. To conduct the study, a questionnaire was developed that included biological statements aimed at assessing biological knowledge and belief in scientific "myths." The collection of information was carried out with the use of the most reliable sources of scientific information: educational and methodological manuals, modern publications in peer-reviewed specialized journals. The study involved 81 people, including school students studying biology at basic and advanced levels, as well as participants of a youth conference. The data was recorded in a self-test format during a heuristic conversation with a demonstration of an illustrative materials' set and self-assessment using a developed "truth-doubt-misconception" scale. Data processing and graphical visualization were performed in Microsoft Excel. The work resulted in identification of the most frequent biological "myths" popular among the surveyed groups of respondents with assumptions about possible causes and principles of their distribution. A lesson methodology has been developed that combines survey using provocative questions and self-testing during a heuristic conversation. The tested approaches to problematization of learning showed their effectiveness during a control survey in 12 months. The options for the regular use of problematic provocative questions in teaching biology at different levels are proposed as a further development of this work. The research results demonstrate the relevance of continuous updating educational materials according to modern scientific data. It is also important to diagnose students' fallibility. In addition, the process of monitoring according to the proposed scheme can provide an independent motivating basis for in-depth study of the subject.

Ключевые слова

проблемное обучение, учебная мотивация, углубленное изучение биологии, научные мифы, эвристическая беседа, критическое мышление, метапредметность, полимодальность обучения

Key words

problem-based learning, educational motivation, in-depth study of biology, scientific myths, heuristic conversation, critical thinking, meta-subject principle, multimodality of learning

Благодарности

Автор выражает благодарность Софии Исмаиловой, ученице 11-го класса МБОУ СОШ № 3 г. о. Пущино, за участие в работе по проведению контрольного тестирования.

Acknowledgements

The author expresses his gratitude to Sofia Ismailova, a student of the 11th grade of the Secondary School No. 3 in Pushchino, for her participating in conducting a control test.

Введение / Introduction

Современный учитель в процессе осуществления педагогической деятельности постоянно сталкивается с комплексом проблем, связанных с непрерывным развитием научного знания, нарастанием объема информации, обновлением учебных программ и стандартов их исполнения. Все это требует от педагога высокого уровня кри-

тического мышления и умения работать с новой, в том числе противоречивой, информацией. Кроме того, устаревание научных фактов и появление новых данных актуализирует постоянный мониторинг представлений учащихся на соответствие научной картине мира. Ряд спорных вопросов, являющихся биологическими мифами, основаны на метафорах, которые часто выступают воспитательными побудительными мотивами, но могут приводить к негативному эффекту в отношении формирования предметных представлений. Распространенные в разговорной речи выражения «нем как рыба», «не прячь голову в песок как страус», «приспосабливаешься к окружению как хамелеон» и т. п. легко запоминаются и становятся частью естественно-научного мировоззрения, внося искажения в понимание сложности и многогранности мира живой природы. Другие заблуждения, например страх вакцинации, на протяжении многих лет поддерживаются в обществе и требуют внимательного отношения со стороны педагогов с целью выявления и коррекции.

С другой стороны, перечень провокационных вопросов может быть использован в сочетании с известными подходами проблемного обучения в качестве оригинального содержания. Эвристическая беседа, направляемая учителем от визуальной демонстрации заблуждений через развеяние сомнения к формулированию истинных утверждений, может рассматриваться в качестве проекции научно-поисковой деятельности. Подкрепление иллюстративными материалами и источниками современных научных данных демонстрирует объективную трактовку выбора как правильных, так и ошибочных ответов. Самооценка результатов учащимися в данном случае позволяет оценить не количество ошибок, а соответствие собственного комплекса представлений научной картине мира по обсуждаемым вопросам.

Обзор литературы / Literature review

Психолого-педагогические исследования последних десятилетий, обобщенные научным коллективом под руководством профессора Т. О. Гордеевой, выявляют непрерывное падение уровня учебной мотивации среди учащихся школ в России [1]. В качестве возможных причин предполагаются обилие цифровой информации, в том числе распространяемой через социальные сети, и нацеленность учащихся исключительно на достижение высоких результатов при выполнении экзаменационных работ. Сходные закономерности обнаруживаются за рубежом, в том числе в развитых странах, что отражено в работе Р. Козна с соавторами [2]. Это, в свою очередь, влияет на общий уровень образования и критического мышления, не позволяет формировать у учащихся целостную картину мира, основанную на современных научных данных. Как обнаружили С. Мермелстейн и Т. Герман, в условиях недостатка достоверной информации противоречащие здравому смыслу псевдонаучные концепции в сочетании с интуитивно привлекательным содержанием способны привлекать внимание и лучше запоминаются [3]. Эта проблема стала очевидна, например, при массовом отказе от вакцинации во время пандемии COVID-2019 под влиянием научно не обоснованных и ошибочных убеждений о потенциальном вреде этой медицинской процедуры. В научном обзоре Дэвида Гори с соавторами обобщаются данные о возрастании роли альтернативных источников информации, например социальных сетей, при недостаточном участии образовательной системы. Как результат, именно среди молодых людей с низким уровнем образования чаще всего встречаются противники медицинских профилактических мероприятий [4]. В качестве альтернативы ор-

ганизационным мерам, побуждающим к вакцинации, решения данной проблемы автор в предыдущей публикации предлагал популяризацию научных знаний в области иммунологии и эпидемиологии в рамках учебного процесса с использованием игровых форм обучения [5]. Настоящее исследование продолжает начатые ранее работы, направленные на поиск эффективных учебных стимулов.

Для развития учебной мотивации и познавательной активности при обучении биологии и других естественно-научных дисциплинам в рамках основного общего образования уместно использовать яркие иллюстративные образы, современные научные факты, примеры из повседневной жизни, парадоксальные ситуации. Включение подобного содержания в учебный материал подкрепляет позитивный эмоциональный фон, поддерживает внимание и интерес к обучению. Демонстрируемые факты лучше запоминаются, долго сохраняются в памяти и актуализируются для решения практических задач впоследствии. Беатрикс Фанерт в своем обзоре обобщила тренды и перспективы биологического образования, где обозначила в качестве основной учебной единицы «реальный факт» (*the real thing*) [6]. Это может быть описание научного эксперимента, построение графика процесса, выполнение простых опытов, например выращивание чайного гриба.

Обратной стороной способности человеческой психики более эффективно фокусироваться на ярких образах является закрепление в памяти устаревших утверждений, заблуждений, псевдонаучных фактов и мифов. Актуальные научные результаты, опровергающие ложные данные, часто оказываются довольно сложными в восприятии, недостаточно запоминающимися, по иным причинам они могут не попасть в поле внимания авторов учебников и научно-популярных материалов. В результате в сознании учащихся, а впоследствии – широких групп населения устойчиво сохраняются факты, не соответствующие реальной картине мира. Работа по изучению подверженности псевдонаучным мифам о функционировании мозга, проведенная М. М. Безруких с соавторами, выявила довольно широкое распространение различных заблуждений среди школьных педагогов [7]. Интересно, что учителя биологии и физической культуры, изучающие биологические дисциплины в вузе как основные, проявили минимальные сомнения при выборе ошибочных вариантов ответов, выказав ложную самоуверенность в собственной правоте. Исследования, проведенные О. Майорал с соавторами в Испании, продемонстрировали, что более 60% школьных учителей естественно-научного профиля убеждены в существовании влияния Луны на рост растений, хотя ни один учебный предмет не содержит доказательств подобных эффектов [8]. Ожидаемо, что существующие в представлениях учителей заблуждения могут транслироваться в рамках учебного процесса и закрепляться в мировоззрении учащихся. Настоящая работа продолжает направление исследований, связанных с выявлением и определением распространенности ложных убеждений среди различных групп респондентов.

С другой стороны, как и любое ложное утверждение или скрытое противоречие, набор подобных научных мифов является подходящим методическим материалом для проблематизации обучения. В основе концепции проблемного обучения лежит теория мышления как продуктивного процесса, предложенная С. Л. Рубинштейном, кратко и емко отраженная в его идее: «Проблемной ситуацией определяется вовлечение личности в мыслительный процесс» [9]. Столкновение с неожиданной ситуацией вызывает эффект недоумения, удивления, желания разрешить возникшее противो-

речие. Проблема в данном контексте – это задача, которую невозможно решить с помощью стандартных подходов, по простой аналогии или интуитивным способом. Это может быть задача со множественным решением либо не имеющая однозначного ответа, требующая анализа нескольких гипотез, сравнения новых научных данных, поиска оригинального практического подхода. Среди ключевых результатов внедрения данного подхода А. Гани с соавторами выделяют развитие организованности, усердия, находчивости, проактивности, коммуникативных навыков, долгосрочной познавательной мотивации, способной проявляться на протяжении всей жизни [10].

Одним из путей выхода из проблемной ситуации может быть применение эвристической беседы, которая позволяет не только найти ответ, но и предложить различные варианты объяснения причин и механизмов процессов, явлений, оспорить однозначность некоторых утверждений и допустить их относительность. Эвристический (частично-поисковый) метод обучения предполагает вместо трансляции знаний в «готовом» виде осуществление траектории их самостоятельного открытия. Знания добываются учащимися в творческом процессе переосмысления очевидной на первый взгляд информации, формулировании ответов через обсуждение и наводящие вопросы. Мыслительный поиск и исследовательская деятельность, особенно на начальных этапах, могут направляться учителем с помощью подсказок, намеков, корректировки направления логической цепочки и стратегии решения. Учитель не излагает факты, необходимые для запоминания, а предлагает ученикам самостоятельно «переоткрыть» новые знания в процессе рассуждений, выдвижения гипотез, проверки их релевантности, формулирования выводов. Н. В. Крюкова и Г. И. Макаренко обращают внимание на востребованность применения эвристической беседы в условиях смены образовательной парадигмы и внедрения компетентностного подхода к результатам обучения [11]. Важность и эффективность используемых подходов отражена в словах К. Д. Ушинского: «Лучшим способом перевода механических комбинаций в рассудочные мы считаем для всех возрастов, и в особенности для детского, метод, употреблявшийся Сократом и названный по его имени “Сократовским”» [12].

Применение предложенного комплекса подходов, включая самопроверку и самооценивание, открывает новые возможности для измерения результативности обучения помимо традиционного выставления отметок. Т. О. Гордеева в своей работе рассматривает систему оценивания, принятую в нашей стране еще в 1944 году, как один из серьезных демотиваторов учебной деятельности, недостаточно стимулирующих творчество и ценность поиска [13]. Являясь минимально дифференцированной (фактически 3-балльной), школьная оценка выполняет преимущественно функции контроля. Поиск экспериментальных способов оценивания в качестве альтернативы видится актуальной задачей для повышения эффективности обучения и преодоления существующих на сегодняшний день ограничений. Разработанный формат самооценивания направлен на снижение фрустрирующего эффекта, подкрепление познавательной мотивации учащихся, демонстрацию неэффективности стратегий списывания и угадывания для достижения высоких результатов.

В настоящей работе предпринята попытка объединить успешный педагогический опыт применения принципов проблемного обучения и ярких образов на основе биологических мифов. Практическая ориентированность материала, формат реализации, предполагающий активную позицию учащихся и самооценивание, согласуются с современными тенденциями организации учебного процесса, направленными на развитие компетенций учащихся.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Схема предложенной методики включает следующие этапы реализации: постановка провокационных вопросов – выбор ответа учащимися – эвристическая беседа с использованием иллюстративного материала – опровержение или подтверждение, «переоткрытие» знания – персональное самооценивание с определением условного индекса истинности утверждений.

Источником создания проблемных вопросов выступили противоречия между современными научными данными и их упрощенным пониманием, в том числе в виде метафор, встречающихся в разговорном общении. Развернутый перечень подобных биологических заблуждений с их научными опровержениями, комментариями, обоснованием и указанием первоисточников опубликован автором ранее и предложен для использования в учебном процессе при изучении биологии на углубленном уровне [14, 15]. Для составления вопросов анализировались различные источники: учебные пособия, научно-популярные книги, экспериментальные и обзорные научные статьи, в которых обсуждаются ложные, устаревшие и спорные биологические факты. Для использования в данной работе отобран ограниченный набор формулировок, позволяющий выявить некоторые закономерности распространения заблуждений среди респондентов. При разработке и использовании вопросов учитывались ключевые правила проблемного обучения: соответствие уровню интеллектуальных возможностей, наличие у учащихся необходимых знаний, предшествование постановки проблемной задачи совместному решению и объяснению.

Всего в исследовании принял участие 81 человек: 17 учащихся 9-го класса МБОУ СОШ № 3 г. о. Пущино, изучающих биологию на базовом уровне, 22 учащихся 9-го класса ГБОУ г. Москвы № 1505, изучающих биологию на углубленном уровне, 42 участника молодежной конференции «Биология – наука 21 века» в возрасте 20–41 года (студенты, аспиранты, научные сотрудники). Участникам исследования было предложено ответить на 21 вопрос анкеты, содержащей различные биологические утверждения. Вопросы являются закрытыми и предполагают три варианта ответа: «да», «нет», «не знаю».

Таблица 1

Форма разработанной анкеты*

	Оцениваю свой уровень знаний по биологии: 1 – школьный, 2 – любительский, 3 – продвинутый, 4 – профессиональный, 5 – выдающийся	0 1 2 3 4 5		
	Оцениваю свой уровень критического мышления (отличаю правду от лжи) 0 – не отличаю, ... 5 – отличаю всегда	0 1 2 3 4 5		
№	Биологические факты	Вариант ответа	Про-верка	Резуль-тат
1	Плод арбуза – это ягода		Нет	
2	Самка богомола обычно откусывает голову самцу сразу после спаривания, чтобы получить питание для размножения		Нет	
3	Основной биологический смысл изменения цвета хамелеонов – маскировка на фоне окружающей среды		Нет	
4	На зубах варанов обитают ядовитые бактерии, которые при укусе попадают в рану жертвы, вызывают заражение и смерть в течение нескольких дней		Нет	

5	Корзинка с семенами подсолнечника поворачивается за Солнцем в течение дня		Нет	
6	Библейский запретный плод – это яблоко		Нет	
7	Плод картофеля – ягода		Да	
8	В большинстве семейств рыб встречаются виды, способные общаться между собой с помощью звуков		Да	
9	Правое полушарие мозга человека в основном отвечает за творчество, левое – за логику		Нет	
10	Масса растения увеличивается за счет потребленных из почвы воды и необходимых веществ		Нет	
11	Актиния на «спине» рака-отшельника и в зарослях которой прячется рыба-клоун – пример симбиоза с ядовитым растением		Нет	
12	Мхи и лишайники всегда больше растут с северной стороны на стволах деревьев в лесу		Нет	
13	Родина тюльпанов – Голландия		Нет	
14	Леса – «легкие» планеты, так как производят основную часть кислорода атмосферы		Нет	
15	Некоторые растения способны повысить и поддерживать температуру внутри цветка выше окружающей среды на 10–20 °С		Да	
16	Комнатные растения лучше растут, если для них включать классическую музыку		Нет	
17	Бананы растут на пальмах		Нет	
18	Растения способны общаться между собой, выделяя специальные вещества, например, предупреждая об опасности		Да	
19	Кактусы способны защитить человека от электромагнитных волн, излучаемых компьютером		Нет	
20	Семена прорастают лучше, если их посадить в фазу растущей Луны (по лунному календарю)		Нет	
21	Бамбук – это трава		Да	
ИТОГ				

* Вопросы приведены в порядке увеличения доли правильных ответов. Серой заливкой отмечены формулировки, в результате исследования отнесенные к категории распространенных биологических мифов (пояснения далее в тексте).

Полученные данные обрабатывались с помощью приложения Microsoft Excel. Обработка результатов для каждой группы проводилась с использованием следующей формулы:

$$I = \frac{n-m}{x} \cdot 100\%,$$

где I – итоговый результат по отдельному вопросу («индекс истины»), n – количество правильных ответов, m – количество ошибочных ответов, x – количество респондентов в группе.

Персональные результаты обрабатывались подобным образом за исключением знаменателя формулы, где x – количество вопросов анкеты (в данной работе x = 21).

Другими словами, расчеты можно описать следующим образом: за ошибочный ответ выставился –1 балл, за правильный +1, вариант «не знаю» оценивался в 0 баллов. Арифметическое сложение баллов по каждому вопросу в группах респондентов демонстрирует, что одинаковое число правильных и ошибочных ответов приводит к значению «0», преобладание ошибочных ответов над правильными – к результирующему значению в области отрицательных значений.

Наиболее ярко и доступно подобная визуализация объясняется в понятиях «истина» (преобладание правильных ответов над ошибочными), «сомнение» (равное количество правильных и ошибочных ответов либо выбор варианта «не знаю»), «заблуждение» (преобладание ошибочных ответов).

После этапа анкетирования проводилась эвристическая беседа с иллюстрированием проблемных вопросов, биологических мифов, выдержек из первоисточников, научных обоснований. Разработанный иллюстративный материал демонстрировался в виде презентации PowerPoint.

Эффективность предложенной методики в отношении долговременного запоминания оценивалась с помощью анкетирования спустя 12 месяцев. В составе анкеты присутствовало три вопроса из первоначального списка (№ 1, 3, 5).

Результаты исследования / Research results

Положительная эмоциональная атмосфера урока формируется уже первыми словами учителя: «Мы проведем исследование, насколько ваши знания находятся в зоне заблуждений, сомнений или истины. Вы сможете оценить уровень своего критического мышления». Перед учащимися не ставится задача выполнения теста ради получения оценки; вполне допускается возможность не знать ответы на некоторые вопросы, что смещает мотивационный акцент на познание и личные достижения.

Обычно учащиеся проявляют интерес к психолого-педагогическим исследованиям, изучению собственных способностей с измеримыми показателями. Самостоятельная оценка предполагает игровой компонент, соревновательность при сравнении собственных результатов с результатами одноклассников и является одним из способов развития конструктивных видов учебной мотивации и познавательной активности. Урок обретает понятное и устойчивое целеполагание – узнать ответы на все вопросы и измерить, насколько собственное мировоззрение близко к истине или заблуждению.

В отличие от традиционного применения, в данной работе анкетирование совместно с самопроверкой и эвристической беседой выполняет, помимо диагностической, мотивационную и учебную функции. Выбрав ответы на вопросы, которые кажутся очевидными, учащиеся сталкиваются с неожиданной ситуацией: в процессе самопроверки выявляются множественные ошибки. Кроме того, разработанная форма подсчета результатов наглядно демонстрирует учащимся состояние сомнения и заблуждения по предложенному перечню вопросов, создавая яркий эмоциональный фон. Форма урока обеспечивает высокий уровень структурированности: повторное проведение продемонстрировало предсказуемость временного планирования, повышенный интерес, активное обсуждение, дополнительные вопросы и просьбы представить формы анкеты для родителей и друзей.

Содержание учебного материала также является мотивационным, поскольку включает интересные, яркие факты и неочевидные закономерности. Многие из них связаны с жизненным опытом, все объекты известны учащимся, но каждый из них содержит определенный парадокс, что позволяет сохранять высокую познавательную активность в течение урока.

При использовании методики «перевернутого» класса учащиеся сначала знакомятся с учебным материалом самостоятельно, а затем на уроке обсуждают его [16]. Предложенный в настоящей работе подход также «переворачивает» привычный ход урока: в начале перед учащимися ставятся вопросы, активизируется познавательная активность, а затем происходит объяснение материала. Данная форма мыслительной деятельности в большей степени моделирует научный поиск – столкнувшись с актуальной проблемой, исследователь вынужден искать способы ее решения. Применение метода отсроченной отгадки позволяет учащимся осуществить «переоткрытие» знания на уроке.

Процесс поиска верного ответа на каждый вопрос в ходе эвристической беседы сопровождается набором иллюстраций в составе презентации: приводятся необходимые современные научные факты, актуализация известной из повседневной жизни информации. Полиmodalность и метапредметность проявляются в рассмотрении биологических фактов с позиций различных наук. Так, обсуждение вопроса, мог ли быть запретный плод («плод познания добра и зла») яблоком, охватывает вопросы генетики яблони, географии интродукции и ареала ее обитания, климата Ближнего Востока и представлений средневековых европейских переводчиков Ветхого Завета. Современные научные данные можно найти, например, в статье Н. Дуан с соавторами [17]. В ходе обсуждения и демонстрации современных научных данных становится понятным, что вместо привычного для Европы яблока жители библейского региона скорее могли использовать образ инжира, финика или винограда. Подобные обсуждения расширяют в понимании учащихся возможности применения биологических знаний и круга решаемых с их помощью задач.

Обычно проблемная задача формулируется в форме открытого вопроса и оставляет широкий простор для мыслительного процесса и поиска правильного ответа. В предложенном формате вопрос фактически задается в бинарной форме и предполагает ответы «да» или «нет» (вариант «не знаю» является способом выхода из проблемной ситуации в случае ощутимых затруднений с выбором решения).

Поскольку именно кажущиеся очевидными для большинства респондентов ответы на подобные вопросы оказываются ошибочными, то их можно отнести к разряду провокационных. В этом и заключается проблематизация обучения: простые на первый взгляд вопросы оказываются совершенно иными, более сложными, содержащими дополнительные смыслы. Провокационность приводит к возбуждению сомнений, выходу из зоны комфорта при осознании ошибочности выбора наиболее очевидного ответа. Возникает эффект удивления, стимулирования самостоятельной познавательной активности и поисковой деятельности.

В процессе беседы и демонстрации иллюстраций ставится под сомнение каждое утверждение. Более того, первые слайды презентации обычно демонстрируют подтверждение ошибочных ответов. Так, например, при обсуждении вопроса, является ли плод арбуза ягодой, приводятся изображения с упаковки семян сорта «Чудо-ягода», обложки тематических карточек для занятий с детьми на тему «Ягоды» (см. рис. 1), стихотворение, содержащее следующие строки:

На бахче – царица ягод,
Очень сладкая на вкус.
Все её прекрасно знают,
Эта ягода – ..? (арбуз) [18].

Подобные иллюстрации создают мнимое подкрепление правильности ошибочного варианта ответа. Однако последующий вопрос: «Какие вы наблюдаете отличия плода арбуза от ягоды крыжовника?» – выявляет существенные особенности в виде жесткой кожуры, волокнистого среднего слоя, значительно большего количества семян, образования внутренней полости при перезревании. Демонстрация плодов других бахчевых и тыквенных культур наталкивает на мысль о наличии целого ряда плодов, внешне отличных от привычных ягод. Уместно задать учащимся вопрос: «Не кажется ли вам странным, что стремление биологической науки классифицировать живые объекты на основании различных характеристик ограничилось отнесением таких разных плодов, как, например, виноград и арбуз, к одному типу?»



Рис. 1. Изображения, ассоциирующие плод арбуза с понятием «ягода».
Обложка тематических карточек для занятий с детьми на тему «Ягоды»,
Издательство «Учитель»; упаковка семян сорта «Чудо ягода», Аэлита

Действительно, в учебнике ботаники под редакцией Лотовой можно найти описание плода тыквины, который хотя и является ягодоподобным, морфологически гомологичен ягоде, но выделен в отдельный тип [19]. Более детальные ботанические отличия заключаются в том, что тыква всегда образуется из нижней завязи и включает три сросшихся плодолистика, плод ягода может быть образован как нижней, так и верхней завязью и различными вариантами сросшихся плодолистиков.

Ответы на провокационные вопросы в рамках данной методики не предлагаются в готовом виде; вместо этого поощряется размышление, обсуждение предложенных вариантов, выстраивание логических цепочек. Например, демонстрация слайда с видами тюльпанных полей сопровождается обсуждением природы Нидерландов, необходимости мелиоративных мероприятий с помощью ветряных насосов, напоминающих мельницы, и сопоставлением этих фактов с биологическим значением луковиц, накапливающих воду в условиях ее недостатка в засушливых аридных зонах. Подобные размышления наталкивают на вывод о том, что массовое распространение тюльпанов на территории северо-запада Европы не связано с их природным происхождением. Созвучие в словах «тюльпан» и «тюрбан», а также их внешнее сходство отсылает скорее к странам Ближнего Востока (см. рис. 2).

Данный пример также демонстрирует возможности применения наглядности, полимодальности и метапредметности для всестороннего развития познавательной активности учащихся и повышения эффективности обучения.



Рис. 2. Иллюстрация к обсуждению вопроса «Родина тюльпанов – Голландия».
Туристические логотипы Турции и Голландии (Нидерландов) до 2019 года;
изображения, демонстрирующие сходство головного убора тюрбан и цветка тюльпана;
луковица – запасующее видоизменение побега;
поле тюльпанов в Нидерландах – визитная карточка страны

В результате обработки анкетных данных вопросы были ранжированы в порядке увеличения средних значений «индекса истины» (см. рис. 3). Диаграмма показывает, насколько общие представления в группе соответствуют научной картине мира. Предполагается, что если доля заблуждающихся превалирует над обладающими истинными знаниями, то сомневающиеся будут чаще получать ложную информацию внутри группы. В результате средние знания группы будут постепенно смещаться в область заблуждений. При кажущейся абстрактности описанной ситуации подобные явления регулярно происходят среди учащихся, совещающихся при групповой форме обучения, совместном выполнении заданий, при повседневном общении. В последнем случае возможности учителя в корректировании ошибочных знаний весьма ограничены.

Для каждой группы респондентов можно определить уровень приближения к истине по отдельному вопросу. Так, например, на графике можно обнаружить, что группа А при ответе на вопрос № 1 оказывается в области абсолютного заблуждения. При ответе на вопросы № 19–21 респонденты из групп Б и В наиболее близки к истине.

Суммарные значения истинности знаний по предложенным вопросам составили для групп 33%, 19% и 17% соответственно, что означает примерно двукратное преобладание ошибочных ответов над правильными в группе А и примерно полуторное преобладание правильных ответов над ошибочными в двух других группах.

Обработка и визуализация данных позволяют оценить не только результаты группы, но и персональный «индекс истины» по каждому вопросу (см. рис. 4). На диаграмме представлены графики достижений учащихся, получивших минимальный (–15) и максимальный (16) баллы. Видно, что учащийся с максимальным баллом допустил ошибки в ответах на вопросы № 2, 4 и выбрал вариант ответа «не знаю» на вопрос № 9. В то же время учащийся, допустивший наибольшее число ошибок, правильно ответил только на вопросы № 17, 18, 21.

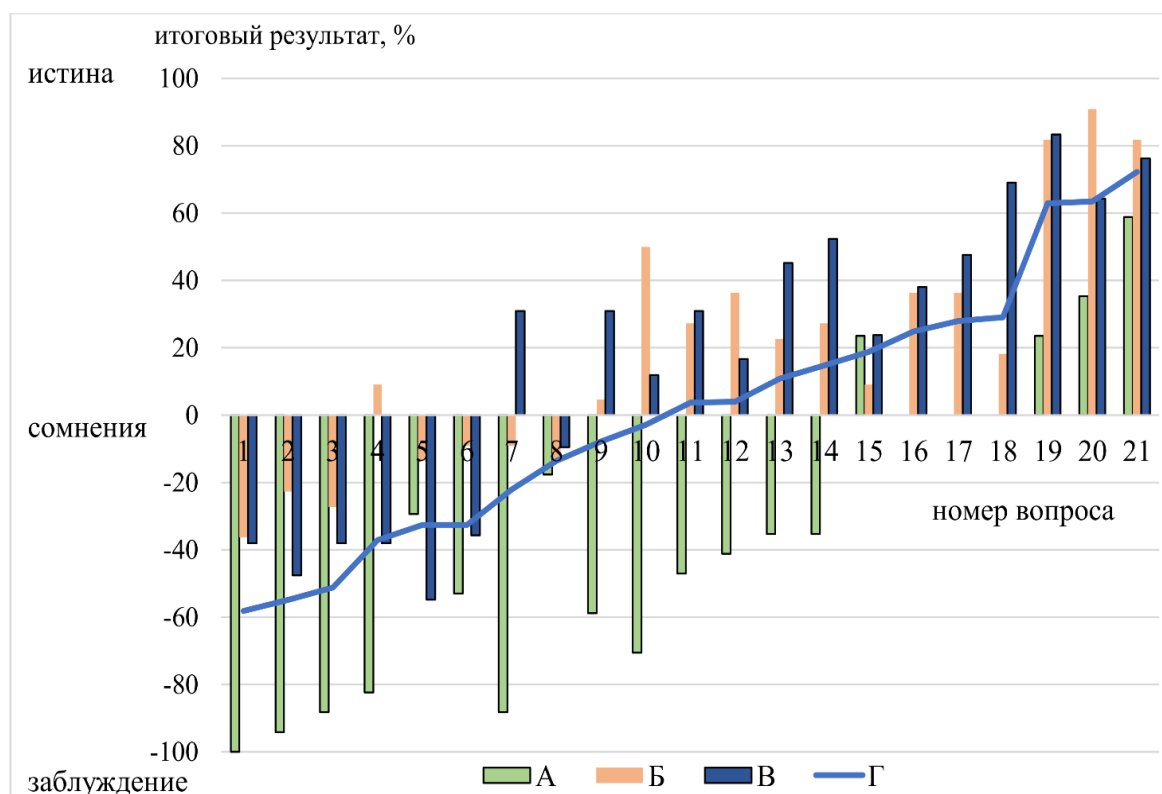


Рис. 3. Результаты анкетирования групп респондентов.
 А – учащиеся 9-го класса, изучающие биологию на базовом уровне;
 Б – учащиеся 9-го класса, изучающие биологию на углубленном уровне;
 В – студенты и молодые ученые в возрасте 20-41 года; Г – средние значения трех групп.
 Результаты выстроены в порядке увеличения средних значений для удобства визуализации

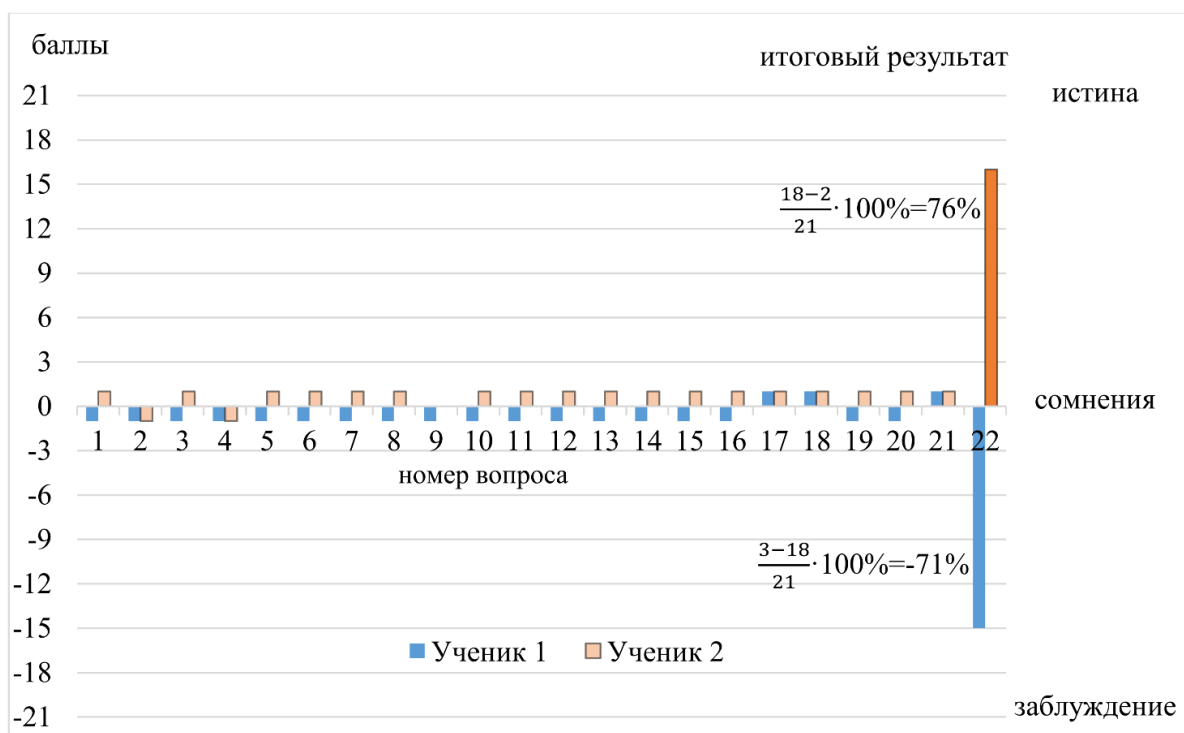


Рис. 4. Результаты анкетирования двух учащихся с полярными суммарными результатами

Интересно, что из всех 81 респондентов только ученик, проявивший наибольшую степень заблуждений, определил свой уровень знаний по биологии и уровень критического мышления как максимально возможные (5 баллов), в то время как среди учащихся, показавших наилучшие результаты, самооценка уровня знаний по биологии и критичности мышления составила в среднем около 3 баллов. Уровень самооценки студентов оказался несколько выше: среди показавших наилучшие результаты средние значения по обоим критериям оставили около 4 баллов. Кроме того, учащиеся, набравшие минимальные баллы (-15 и -13), оказались единственными в группе А, кто не выбрал ни одного варианта «не знаю» (при среднем значении 10%). Подобные закономерности могут объясняться эффектом Даннинга – Крюгера, заключающимся в том, что респондент часто уверен в правильности своих знаний в тех областях, в которых он наименее компетентен [20]. Другими словами, для учеников, хуже знакомых с биологией, предмет кажется более простым, а вопросы не вызывают сомнений.

Графические результаты анкетирования (см. рис. 3) иллюстрируют возможность разделения вопросов на несколько групп. Так, очевидно, что на вопросы № 1–6, 8 подавляющая часть респондентов во всех группах ответила ошибочно (за исключением незначительного преобладания правильных ответов в группе В на вопрос № 4). Таким образом, именно эти вопросы можно в полной мере отнести к области биологических мифов или устаревших научных данных, а для респондентов из группы А этот перечень дополняют вопросы № 9, 12–14 (выделены заливкой в табл. 1). Кроме того, на большинство из этих вопросов респонденты ответили ошибочно при минимальной доле сомнений (менее 10% выбора варианта «не знаю»).

Вопросы № 7, 10, 11, 14 стоят особняком и скорее выявляют уровень биологических знаний, поскольку по своей сути являются биологическими фактами, содержащими, однако, некоторые противоречия с повседневной логикой. Именно в этих примерах выявлены наиболее значительные расхождения в результатах различных групп, например, от практически абсолютного заблуждения в группе А до средних значений в группе В при ответе на вопрос № 7. Данную закономерность можно объяснить увеличением уровня биологических знаний от группы А к группе В, способностью делать логические выводы и применять знания к решению практических заданий.

Среди предложенных в анкете только вопрос № 21 можно однозначно отнести к категории известных для всех групп респондентов фактов, вопросы 19, 20 – к развенчанным мифам (средняя доля правильных ответов выше 60% на основе предложенной модели расчетов). Индекс истины по другим вопросам оказался менее 30%.

Устаревшими сведениями или отсутствием актуальных знаний можно объяснить убежденность в ошибочных утверждениях № 2, 8, 9, 12, 15, 18. Полученные результаты иллюстрируют актуальность необходимости обновления содержания учебного процесса, особенно при углубленном изучении предмета.

Работы Роджера Сперри, который в 1981 году получил Нобелевскую премию «за открытия, касающиеся функциональной специализации полушарий мозга», на сегодняшний день опровергнуты многими экспериментальными исследованиями [21], однако продолжают встречаться в учебных материалах. Данные о механизмах поддержания температуры внутри цветков некоторых растений активно исследуются учеными [22], однако оказываются не замеченными авторами учебников. Статистика каннибализма среди богомоллов в естественных условиях демонстрирует довольно интересные закономерности и эволюционное значение данного явления. Так, например, если самка оказывается значительно сильнее самца, она с большей вероятностью съест его без спаривания, чтобы не передавать следующим поколениям гены слабой

мужской особи [23]. Распространенность различных способов коммуникации рыб с помощью звуков [24], а хамелеонов – путем изменения окраски [25] также была изучена только в последние годы и требует учета при разработке новых учебных материалов. Вопрос о наличии смертоносных бактерий в слюне комодского варана вызвал наибольшую долю сомнений (около 20%) и споров на стадии обсуждения, особенно среди групп с более высоким уровнем биологических знаний (Б и В). Вероятно, это связано с относительно недавним опровержением прежних гипотез и открытием ядовитых желёз у данной рептилии [26].

Высокая доля правильных ответов на вопросы: «Бамбук – это трава», «Бананы растут на пальмах», вероятно, связана с тем, что они не только обсуждаются в рамках школьной программы, но и включают в себя яркие противоречивые образы, более прочно запечатлевающиеся в памяти ребенка. Для жителей умеренных широт оказывается весьма непривычным признание того факта, что жизненная форма перечисленных растений, достигающих высоты около десяти метров, классифицируется как трава [27].

Незначительная часть респондентов оказалась подвержена заблуждениям о защитных свойствах кактусов, влиянии фаз Луны или классической музыки на рост растений. Следует отметить, что в 2018 году была выявлена подверженность более 60% учителей естественно-научного профиля в Испании мифу о лунном эффекте [28]. Также можно обнаружить значительное число научных публикаций, описывающих влияние музыки на рост растений [29], однако до настоящего момента отсутствуют однозначные доказательства и возможные механизмы подобного действия [30].

Ограничения предложенного подхода оценивания заключаются в том, что учащиеся, наиболее активно изучающие различные источники информации, чаще могут столкнуться с фактами, в том числе недавно устаревшими. В то же время отсутствие всякого знакомства с подобными источниками означает получение положительной оценки. И даже попытка угадать правильный ответ приведет к средним нейтральным значениям внутри группы. Так, несмотря на то что по большинству вопросов минимальные значения показали учащиеся 9-го класса, изучающие биологию на базовом уровне, по вопросам 5 и 15 они превзошли учащихся, изучающих биологию на углубленном уровне, по вопросу 8 значения примерно равны. Факты о термогенезе растений, коммуникации рыб с помощью звуков и статистике каннибализма у богомоллов можно обнаружить в научных публикациях последних лет, однако они не встречаются в наиболее распространенных учебниках и пособиях, не опираются на ранее полученные знания, не выводятся логически, и участники всех групп пытались найти правильный ответ путем угадывания. Это предположение подтверждается тем, что результаты всех трех групп наиболее близки друг к другу и к значениям в зоне «сомнений» именно в этих вопросах. Наибольшая доля варианта «не знаю» во всех группах (всего 23%) выявлена для вопроса № 15. Таким образом, в вопросах, ответы на которые наименее представлены в научно-популярной литературе, не встречаются в сборниках заданий и учебниках, результаты не коррелируют с уровнем знаний и подготовки. Подобная картина встречается и в противоположных случаях – если вопрос достаточно широко освещен в обществе и учебной программе. Различия в результатах ответов на вопрос № 21 минимальны среди всех трех групп и наиболее близки к уровню «истины».

Оценка эффективности предложенной методики, проведенная в форме анкетирования спустя 12 месяцев, показала, что учащиеся, принявшие участие в исследовании, в 2–3 раза чаще дали правильные ответы, чем контрольные группы более старшего (студенты) и младшего (учащиеся 8-го класса) возрастов (см. рис. 5).

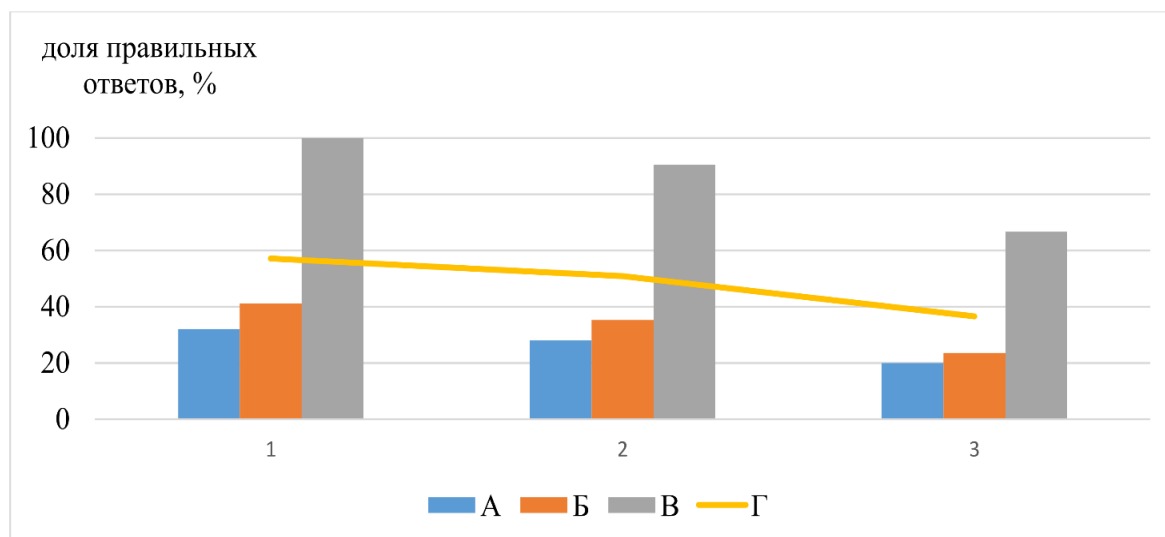


Рис. 5. Результаты анкетирования для оценки долговременного эффекта применяемой методики. А – учащиеся 8-го класса; Б – студенты, аспиранты, молодые специалисты; В – учащиеся 10-го класса (повторно спустя 12 месяцев); Г – средние значения. Цифрами отмечены вопросы анкетирования: 1 – «Изменение цвета хамелеонов – это маскировка на фоне окружающей среды»; 2 – «Корзинка с семенами подсолнечника поворачивается за Солнцем в течение дня»; 3 – «Плод арбуза – это ягода»

Интересно, что устойчивое убеждение в том, что плодом арбуза является ягода, сохранилось у примерно 35% респондентов даже после применения данного подхода.

Повторение данной формы урока с новым перечнем вопросов позволяет каждому учащемуся оптимизировать стратегию обучения, проявить сомнения, более серьезно приступить к выбору правильного ответа и тем самым улучшить персональные результаты. Краткое объяснение учащимся принципа существования двух систем человеческого мозга, предложенного нобелевским лауреатом Даниэлем Канеманом: автоматической, использующей простые принципы аналогии, и медленной, требующей наличия критического анализа, призвано стимулировать развитие умения прилагать умственные усилия для выполнения логических заданий [31].

Выглядит крайне перспективным планомерное использование подобного подхода в процессе изучения биологии с включением вопросов, относящихся к заблуждениям и мифам, для привлечения внимания учащихся к обилию встречающихся ошибок восприятия и упрощений. Возможно использование данного формата при индивидуально-групповом обучении, развиваемом в нашей стране коллективом под руководством профессора В. В. Пасечника [32]. Команды учащихся, состоящие из 3–5 человек, получают возможность обсудить возможные ответы и выбрать наиболее подходящие. Подсчет результатов позволяет определить команду-победителя. Вероятно, обсуждение вариантов ответов приведет к несколько большей доле правильных ответов, чем индивидуальная работа, что продемонстрирует учащимся более высокую эффективность сотрудничества и совместной деятельности, выработает необходимые коммуникативные навыки, заложенные в Федеральном государственном образовательном стандарте [33].

Очевидно, что предложенный формат урока имеет определенные ограничения применения в учебном процессе и не может в полной мере использоваться слишком часто. Эффект новизны и подкрепления познавательной активности ожидаемо будет снижаться при регулярном повторном применении. Перечень обсуждаемых вопросов ограничен известными процессами, явлениями, ранее встречающимися в жизни

учащихся, но содержащими противоречивые факты. Сложно адаптировать подобный формат для изучения любой новой темы, включающей обилие незнакомых терминов, понятий, закономерностей.

Однако видится весьма перспективным, помимо полноценного применения предложенной методики, для повышения учебной мотивации начинать уроки с нескольких провокационных вопросов, имеющих отношение к изучаемой теме, с предложением каждому учащемуся посчитать свой персональный «индекс истины». Включение в учебный процесс подобной вводной части урока перед изучением новой темы не только позволит настроить учащихся на материал, но и будет стимулировать познавательную активность, мотивацию личных учебных достижений. Можно внедрить выполнение самодиагностики в рабочей тетради сразу после написания темы (табл. 2).

Таблица 2

**Пример возможной опросной анкеты по теме урока
«Соцветия – группы цветков» (6-й класс)**

<i>Вопрос</i>	<i>Вариант ответа</i>	<i>Комментарий (ответ)</i>	<i>Баллы</i>
1. Соцветие пшеницы и ржи называется простой колос?	Нет	Сложный колос	
2. Ромашка – это желтый цветок с белыми лепестками?	Нет	Соцветие корзинка состоит из желтых срединных и краевых цветков со сросшимся белым венчиком	
3. Может соцветие состоять только из двух цветков?	Да	Зонтик вишни	
4. Початок – это название соцветия?	Да	Початок кукурузы	
5. Из одного цветка одуванчика созревает одно семя с «пушинкой»?	Да	Соцветие одуванчика головка состоит из множества цветков	
ИТОГ			

На вопросы, поставленные перед началом изучения темы, требуется найти ответы в течение урока, что возможно сделать только при осознанном, внимательном участии в учебном процессе. Данный поиск придает дополнительное целеполагание уроку, активизирует исследовательскую мотивацию. Ответы не обязательно должны выдаваться в готовом виде, а могут потребовать логических умозаключений и быть найдены учащимися по мере приобретения некоторого объема новых сведений. Например, получив информацию о существовании простых и сложных соцветий, описании простого колоса с примерами, учащиеся могут сформулировать ответ на первый вопрос анкеты.

Изучение сложного материала требует от учащихся значительных умственных усилий, привлечения внимания, запоминания, образного мышления и других когнитивных и волевых качеств. Очевидно, что часть учащихся в некоторых случаях недостаточно эффективно применяет свои способности и не достигает значительных учебных результатов. Вопросы вводной анкеты и найденные на них ответы с большей вероятностью могут закрепиться в памяти учащихся и оказаться определенным «скелетом» изучаемой темы. В частности, в предложенном примере в пяти вопросах содержится информация о пяти различных типах соцветий и примерах растений, разнообразии количества цветков и вариантах расположения в соцветиях, демонстрируются различия между цветком и соцветием при их внешнем сходстве. Проблемность вопросов заключается в противоречии между бытовой практикой и научной терминологией (цветок ромашки в разговорной речи и соцветие корзинка, состоящее из двух типов цветов в ботаническом понимании).

Заключение / Conclusion

В ходе исследования удалось выявить несколько биологических мифов, которым оказалось подтверждено большинство респондентов. Также выявлены устаревшие научные факты и сложности в восприятии некоторой биологической информации, оказывающейся в противоречии с бытовой логикой. Полученные результаты подтверждают необходимость непрерывного обновления учебных материалов с учетом современных научных данных, а также диагностики встречаемости среди учащихся различного рода заблуждений.

Использование предложенных методических приемов (сочетание анкетирования с обсуждением провокационных вопросов в формате эвристической беседы) оказалось эффективной мотивирующей основой для углубленного изучения биологии, что подтвердилось исследованием эффективности спустя 12 месяцев после проведения урока. Разработанная техника самооценки по шкале «заблуждение – сомнение – истина», наглядно демонстрирующая уровень соответствия представлений отдельных учащихся и коллектива класса научной картине мира, может быть использована в различных вариантах. Предложенные методические приемы с интересом воспринимались учащимися и могут использоваться при изучении различных тем для развития познавательной активности и учебной мотивации.

Ссылки на источники / References

1. Гордеева Т. О. Динамика учебной мотивации и ориентации на оценки российских подростков в период с 1999 по 2020 гг. // Культурно-историческая психология. – 2022. – Т. 18. – № 3. – С. 104–112. DOI: 10.17759/chp.2022180313
2. Cohen R., Katz I., Aelterman N., Vansteenkiste M. Understanding shifts in students' academic motivation across a school year: the role of teachers' motivating styles and need-based experiences // European Journal of Psychology of Education. – 2023. – Vol. 38. – P. 963–988. DOI: 10.1007/s10212-022-00635-8
3. Mermelstein S., German T. C. Counterintuitive Pseudoscience Propagates by Exploiting the Mind's Communication Evaluation Mechanisms // Front Psychol. – 2021. – Vol. 12. – P. 1. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.739070
4. Gori D., Reno C., Remondini D. et al. Are We Ready for the Arrival of the New COVID-19 Vaccinations? Great Promises and Unknown Challenges Still to Come // Vaccines (Basel). – 2021. – Vol. 9(2). – P. 4. DOI: 10.3390/vaccines9020173
5. Хаустов С. А. Повышение уровня доверия учащихся к вакцинации от COVID-19 на уроках биологии при изучении темы «иммунитет» // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – № 1(92). – С. 122–128. DOI: 10.24412/1991-5497-2022-192-122-128
6. Fahnert B. We can do it – Empowering learning // FEMS Microbiology Letters. – 2023. – Vol. 370: fnad103. – P. 4. DOI: 10.1093/femsle/fnad103
7. Безруких М. М., Иванов В. В., Орлов К. В. Диссонанс между представлениями о развитии мозга в современной нейробиологии и знаниями педагогов // Science for Education Today. – 2021. – Т. 11. – № 1. – С. 125–150. DOI: 10.15293/2658-6762.2101.08
8. Mayoral O., Solbes J., Cantó J., Pina T. What Has Been Thought and Taught on the Lunar Influence on Plants in Agriculture? // Perspective from Physics and Biology. Agronomy. – 2020. – Vol. 10. – No. 7. – P. 955. DOI: 955.10.3390/agronomy10070955
9. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2000. – С. 391.
10. Ghani A. S. A., Rahim A. F. A., Yusoff M. S. B., Hadie S. N. H. Effective Learning Behavior in Problem-Based Learning: a Scoping Review // Med Sci Educ. – 2021. – Vol. 31. – No. 3. – P. 1199–1211. DOI: 10.1007/s40670-021-01292-0
11. Крюкова Н. В., Макаренко Г. И. Опыт использования лекции – эвристической беседы в процессе формирования компетенций в рамках реализации ФГОС // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66(1). – С. 119–123.
12. Кучумова Р. Г., Чечулина Л. С. Проблемная ситуация как фактор развития всех видов модальности восприятия // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 6. – С. 225–228.
13. Гордеева Т. О. Мотивация школьников XXI века: практические советы: метод. пособие. – М.: Благотворительный фонд «Вклад в будущее», 2022. – С. 215.
14. Хаустов С. А. Изучение заблуждений, мифов, устаревших, ошибочных представлений о строении, функционировании и роли растений для использования в учебном процессе // Мир науки. Педагогика и психология. – 2022. – Т. 10. – № 4. – С. 1–12.
15. Хаустов С. А. Методика использования зоологических мифов для повышения мотивации учащихся к изучению биологии // Педагогическое образование и наука. – 2022. – № 5. – С. 81–87. DOI: 10.56163/2072-2524-2022-5-81-88
16. Akçayır G., Akçayır M. The flipped classroom: A review of its advantages and challenges // Computers & Education. – 2018. – Vol. 126. – P. 334–345. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.07.021

17. Duan N., Bai Y., Sun H. et al. Genome re-sequencing reveals the history of apple and supports a two-stage model for fruit enlargement // *Nature Communications*. – 2017. – Vol. 8. – No. 1. – P. 249. DOI: 10.1038/s41467-017-00336-7
 18. Загадки по лексической теме «Растительный мир». Образовательная социальная сеть. – URL: <https://nsportal.ru/detskiy-sad/logopediya/2022/10/06/zagadki-po-leksicheskoy-teme-rastitelnyy-mir-animirovannyye>
 19. Лотова Л. И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Ленанд, 2020. – С. 477.
 20. Kruger J., Dunning D. Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1999. – Vol. 77. – No. 6. – P. 1121–1134. DOI: 10.1037//0022-3514.77.6.1121
 21. Corballis M. C. Left brain, right brain: facts and fantasies // *PLoS Biol.* – 2014. – Vol. 12. – No. 1: e1001767. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001767
 22. Sun Y., Zou Y., Jin J. et al. DIA-Based Quantitative Proteomics Reveals the Protein Regulatory Networks of Floral Thermogenesis in *Nelumbo nucifera* // *International journal of molecular sciences*. – 2021. – Vol. 22. – No. 15. – P. 8251. DOI: 10.3390/ijms22158251
 23. Burke N. W., Holwell G. I. Male coercion and female injury in a sexually cannibalistic mantis // *Biology Letters*. – 2021. – Vol. 17. – No. 1. – P. 20200811. DOI: 10.1098/rsbl.2020.0811
 24. Rice A. N., Farina S. C., Makowski A. J. et al. Evolutionary Patterns in Sound Production across Fishes // *Ichthyology and Herpetology*. – 2022. – Vol. 110. – No. 1. – P. 1–12. DOI: 10.1643/i2020172
 25. O'Day K. E. Conspicuous Chameleons // *PLoS Biology*. – 2008. – Vol. 6. – No. 1: e21. DOI: 10.1371/journal.pbio.0060021
 26. Fry B. G., Wroe S., Teeuwisse W. et al. A central role for venom in predation by *Varanus komodoensis* (Komodo Dragon) and the extinct giant *Varanus* (*Megalania*) *priscus* // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 2009. – Vol. 106. – No. 22. – P. 8969–8974. DOI: 10.1073/pnas.0810883106
 27. Лотова Л. И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. – С. 171.
 28. Mayoral O., Solbes J., Cantó J., Pina T. What Has Been Thought and Taught on the Lunar Influence on Plants in Agriculture?
 29. Нальгиева А. М. Влияние музыки на рост и развитие растений // *Символ науки: международный научный журнал*. – 2020. – № 8. – С. 16–18.
 30. Hassanien R. H. E., Hou T.-z., Li Y.-f., Li B.-m. Advances in Effects of Sound Waves on Plants // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2014. – Vol. 13. – No. 2. – P. 335–348. DOI: 10.1016/S2095-3119(13)60492-X
 31. Канеман Д. Думай медленно... Решай быстро. – М.: АСТ, 2024. – 656 с.
 32. Пасечник В. В. Организация познавательной деятельности учащихся в малых группах // *Педагогическое образование и наука*. – 2016. – № 6. – С. 7–11.
 33. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027>
-
1. Gordeeva, T. O. (2022). "Dinamika uchebnoj motivacii i orientacii na ocenki rossijskih podrostkov v period s 1999 po 2020 gg." [The dynamics of educational motivation and orientation to the assessments of Russian adolescents in the period from 1999 to 2020.], *Kul'turno-istoricheskaya psihologiya*, t. 18, № 3, pp. 104–112. DOI: 10.17759/chp.2022180313 (in Russian).
 2. Cohen, R., Katz, I., Aelterman, N., & Vansteenkiste, M. (2023). "Understanding shifts in students' academic motivation across a school year: the role of teachers' motivating styles and need-based experiences", *European Journal of Psychology of Education*, vol. 38, pp. 963–988. DOI: 10.1007/s10212-022-00635-8 (in English).
 3. Mermelstein, S., & German, T. C. (2021). "Counterintuitive Pseudoscience Propagates by Exploiting the Mind's Communication Evaluation Mechanisms", *Front Psychol*, vol. 12, p. 1. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.739070 (in English).
 4. Gori, D., Reno, C., & Remondini, D. et al. (). "Are We Ready for the Arrival of the New COVID-19 Vaccinations? Great Promises and Unknown Challenges Still to Come", *Vaccines (Basel)*, 2021, vol. 9(2), R. 4. DOI: 10.3390/vaccines9020173 (in English).
 5. Haustov, S. A. (2022). "Povyshenie urovnya doveriya uchashchihsya k vakcinacii ot COVID-19 na urokah biologii pri izuchenii temy "immunitet" [Increasing the level of students' confidence in vaccination against COVID-19 in biology lessons when studying the topic "immunity"], *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, , № 1(92), pp. 122–128. DOI: 10.24412/1991-5497-2022-192-122-128 (in Russian).
 6. Fahnert, B. (2023). "We can do it – Empowering learning", *FEMS Microbiology Letters*, vol. 370: fnad103, R. 4. DOI: 10.1093/femsle/fnad103 (in English).
 7. Bezrukih, M. M., Ivanov, V. V., & Orlov, K. V. (2021). "Dissonans mezhdru predstavleniyami o razvitii mozga v sovremennoj neirobiologii i znaniyami pedagogov" [Dissonance between ideas about brain development in modern neurobiology and the knowledge of teachers], *Science for Education Today*, t. 11, № 1, pp. 125–150. DOI: 10.15293/2658-6762.2101.08 (in Russian).
 8. Mayoral, O., Solbes, J., Cantó, J., & Pina, T. (2020). "What Has Been Thought and Taught on the Lunar Influence on Plants in Agriculture?", *Perspective from Physics and Biology. Agronomy*, vol. 10, No. 7, p. 955. DOI: 955.10.3390/agronomy10070955 (in English).

9. Rubinshtejn, S. L. (2000). *Osnovy obshchej psihologii [Fundamentals of general psychology]*, Piter, St. Petersburg, p. 391 (in Russian).
10. Ghani, A. S. A., Rahim, A. F. A., Yusoff, M. S. B., & Hadie, S. N. H. (2021). "Effective Learning Behavior in Problem-Based Learning: a Scoping Review", *Med Sci Educ*, vol. 31, no. 3, pp. 1199–1211. DOI: 10.1007/s40670-021-01292-0 (in English).
11. Kryukova, N. V., & Makarenko, G. I. (). "Opyt ispol'zovaniya lekcii – evristicheskoy besedy v processe formirovaniya kompetencij v ramkah realizacii FGOS" [Experience of using a lecture - heuristic conversation in the process of developing competences within the framework of the Federal State Educational Standard implementation], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, 2020, № 66(1), pp. 119–123 (in Russian).
12. Kuchumova, R. G., & Chechulina, L. S. (2013). "Problemnaya situaciya kak faktor razvitiya vsekh vidov modal'nosti vospriyatiya" [Problem situation as a factor in the development of all types of perception modalities], *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, № 6, pp. 225–228 (in Russian).
13. Gordeeva, T. O. (2022). *Motivaciya shkol'nikov XXI veka: prakticheskie soveti [Motivating school students in the 21st century: practical advice]: metod. posobie*, Blagotvoritel'nyj fond "Vklad v budushchee", Moscow, p. 215 (in Russian).
14. Haustov, S. A. (2022). "Izuchenie zabluzhdenij, mifov, ustarevshih, oshibочnyh predstavlenij o stroenii, funkcionirovanii i roli rastenij dlya ispol'zovaniya v uchebnom processe" [Study of misconceptions, myths, outdated, erroneous ideas about the structure, functioning and role of plants for use in the educational process], *Mir nauki. Pedagogika i psihologiya*, t. 10, № 4, pp. 1–12 (in Russian).
15. Haustov, S. A. (2022). "Metodika ispol'zovaniya zoologicheskikh mifov dlya povysheniya motivacii uchashchihsya k izucheniyu biologii" [Methods of using zoological myths to increase students' motivation to study biology], *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, № 5, pp. 81–87. DOI: 10.56163/2072-2524-2022-5-81-88 (in Russian).
16. Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). "The flipped classroom: A review of its advantages and challenges", *Computers & Education*, vol. 126, pp. 334–345. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.07.021 (in English).
17. Duan, N., Bai, Y., Sun, H. et al. (2017). "Genome re-sequencing reveals the history of apple and supports a two-stage model for fruit enlargement", *Nature Communications*, vol. 8, No. 1, p. 249. DOI: 10.1038/s41467-017-00336-7 (in English).
18. *Zagadki po leksicheskoy teme "Rastitel'nyj mir". Obrazovatel'naya social'naya set' [Riddles on the lexical topic "Plant world". Educational social network]*. Available at: <https://nsportal.ru/detskiy-sad/logopediya/2022/10/06/zagadki-po-leksicheskoy-teme-rastitelnyy-mir-animirovannyye> (in Russian).
19. Lotova, L. I. (2020). *Botanika. Morfologiya i anatomiya vysshih rastenij [Botany. Morphology and anatomy of higher plants]*, Lenand, Moscow, p. 477 (in Russian).
20. Kruger, J., & Dunning, D. (1999). "Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments", *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 77, No. 6, pp. 1121–1134. DOI: 10.1037//0022-3514.77.6.1121 (in English).
21. Corballis, M. C. (2014). "Left brain, right brain: facts and fantasies", *PLoS Biol*, vol. 12, No. 1: e1001767. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001767 (in English).
22. Sun, Y., Zou, Y., Jin, J. et al. (2021). "DIA-Based Quantitative Proteomics Reveals the Protein Regulatory Networks of Floral Thermogenesis in *Nelumbo nucifera*", *International journal of molecular sciences*, vol. 22, No. 15, p. 8251. DOI: 10.3390/ijms22158251 (in English).
23. Burke, N. W., & Holwell, G. I. (2021). "Male coercion and female injury in a sexually cannibalistic mantis", *Biology Letters*, vol. 17, no. 1, p. 20200811. DOI: 10.1098/rsbl.2020.0811 (in English).
24. Rice, A. N., Farina, S. C., Makowski, A. J. et al. (2022). "Evolutionary Patterns in Sound Production across Fishes", *Ichthyology and Herpetology*, vol. 110, no. 1, pp. 1–12. DOI: 10.1643/i2020172 (in English).
25. O'Day, K. E. (2008). "Conspicuous Chameleons", *PLoS Biology*, vol. 6, no. 1: e21. DOI: 10.1371/journal.pbio.0060021 (in English).
26. Fry, B. G., Wroe, S., Teeuwisse, W. et al. (2009). "A central role for venom in predation by *Varanus komodoensis* (Komodo Dragon) and the extinct giant *Varanus (Megalania) priscus*", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 106, No. 22, pp. 8969–8974. DOI: 10.1073/pnas.0810883106 (in English).
27. Lotova, L. I. (2020). Op. cit., p. 171.
28. Mayoral, O., Solbes, J., Cantó, J., & Pina, T. (2020). Op. cit.
29. Nal'gieva, A. M. (2020). "Vliyaniye muzyki na rost i razvitie rastenij" [The influence of music on the growth and development of plants], *Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal*, № 8, pp. 16–18 (in Russian).
30. Hassanien, R. H. E., Hou, T.-z., Li, Y.-f., & Li, B.-m. (2014). "Advances in Effects of Sound Waves on Plants", *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 13, no. 2, pp. 335–348. DOI: 10.1016/S2095-3119(13)60492-X (in English).
31. Kaneman, D. (2024). *Dumaj medlenno... Reshaj bystro [Think slowly...Decide quickly]*, AST, Moscow, 656 p. (in Russian).
32. Pasechnik, V. V. (2016). "Organizaciya poznavatel'noj deyatel'nosti uchashchihsya v mal'nykh gruppah" [Organization of cognitive activity of students in small groups], *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, № 6, pp. 7–11 (in Russian).
33. Prikaz Ministerstva prosveshcheniya Rossijskoj Federacii ot 31.05.2021 № 287 "Ob utverzhenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standartnogo osnovnogo obshchego obrazovaniya" [Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 287 dated 05/31/2021 "On Approval of the Federal State Educational Standard of Basic General Education"]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (in Russian).