

ИНТЕГРИРАНЕ НА АРГУМЕНТАТИВНИ КАРТИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО БИОЛОГИЯ В 10. КЛАС

Теодора Коларова, Филип Камишев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ (България)

Резюме. Изследван е ефектът от интегрирането на аргументативни карти в обучението по биология и здравно образование върху развитието на базисни умения за аргументиране на ученици от 10. клас (N=90). Организиран е моновариантен формиращ експеримент с претест и посттест дизайн. Анализът на емпиричните данни отчита най-съществен напредък на уменията за генериране на аргумент и генериране на контрааргумент, следвани от уменията за оценка на аргументи, контрааргументи и опровержения. Резултатите от експеримента показват, че прилагането на аргументативни карти в обучението по биология е ефективна образователна стратегия, подпомагаща развитието на продуктивните и оценъчните аспекти на аргументацията.

Ключови думи: умения за аргументиране; аргументативни карти; обучение по биология

Увод

Развитието на природонаучна грамотност е водеща тенденция в реформите на училищното образование по природни науки (Allchin, 2023; DeBoer, 2011). Тя е сред приоритетните цели на обучението и е фундамент за проектиране на различни нормативи за образованието в средното училище. Ключов аспект на природонаучната грамотност са уменията за аргументиране, зададени като очакван резултат от обучението по природни науки в образователните стандарти на много страни (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007)¹. В концептуалния модел на PISA аргументацията е централен компонент на компетентностите за „научно тълкуване на данни и доказателства“, които включват умения за анализ и оценка на твърдения и аргументи, както и извеждане на валидни научни заключения².

В отговор на тези образователни потребности редица педагогически изследвания разглеждат аргументацията като основополагащ процес в обучението по природни науки. Научните търсения варират от епистемологични и методологични въпроси до анализ на аргументите на учениците и раз-

работване на стратегии за насърчаване на аргументация в класните стаи (Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2012; Kuhn, 2010). Установява се, че практикуването на аргументация подпомага разбирането на същността на науката (Sampson & Schleigh, 2013), развива изследователски умения (Sandoval & Reiser, 2004), подкрепя вземането на информирани решения по социално-научни въпроси (Venville & Dawson, 2010) и насърчава критично мислене (Allchin, 2023; Osborne, 2010). Но същевременно учениците срещат затруднения, като прибързани заключения при ограничен набор от данни (Jimenez-Aleixandre et al., 2000), неточно координиране на доказателства с твърдения (Kuhn & Udell, 2003) и игнориране на релевантна информация (Sandoval & Millwood, 2005).

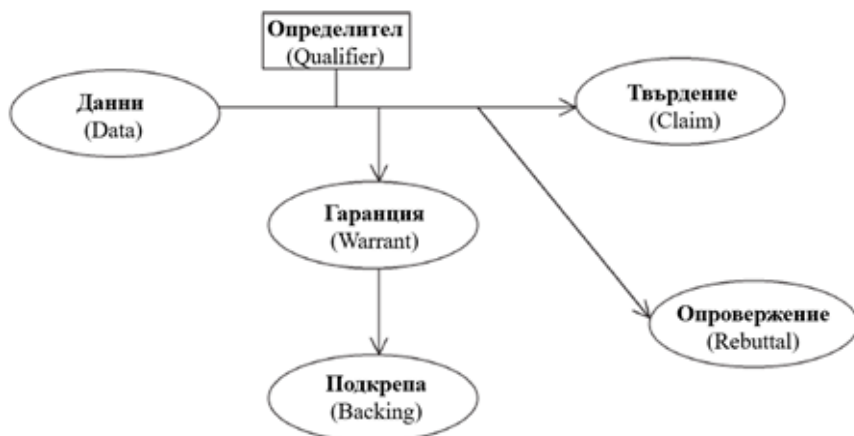
В стремежа към откриване на по-ефективни подходи за развиване на аргументативни умения изследователите насочват вниманието си към прилагането на различни визуални инструменти и стратегии в образователната практика. Един от обещаващите подходи е изграждането на аргументативни карти, които представят визуално структурата на аргумента и подпомагат анализа, обосноваването или опровержението на твърдения (Harrell, 2008; Schwarz et al., 2003; van Gelder, 2015). Макар потенциалът им да е добре описан (Davies et al., 2011), емпиричните проучвания на тяхната ефективност се ограничават главно до обучението на студенти и академични курсове по логика и критическо мислене (Dwyer et al., 2012; Twardy, 2004). В училищното образование по природни науки проучванията са малко и са реализирани предимно в прогимназиалния етап (Okada & Buckingham Shum, 2008; Schwarz, 2009). Недостигът от разработки в гимназиалния етап на биологичното образование мотивира настоящото изследване, което има за цел да установи ефекта от интегриране на аргументативни карти в обучението по биология върху развитието на умения за аргументиране при ученици от 10. клас.

Теоретична рамка

Дефиниция и съществени характеристики на аргументацията

Терминът „аргумент“ (лат. *argumentum* – довод, причина) има двойна употреба в научната литература: като *процес* и като *продукт*, което обуславя разграничението между „аргументация“ и „аргумент“ (Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007; Kuhn & Udell, 2003). Аргументацията е процес, в който се привеждат основания в подкрепа на дадено твърдение (Vaughn, 2019), докато аргументът е резултатът от този процес – съвкупност от взаимно свързани твърдения (предпоставки), водещи до заключение (Walton, 2006). Аргументацията има диалогична природа и се осъществява в социален контекст („аргументативен дискурс“) чрез обмен на различни позиции (Kuhn & Franklin, 2008), докато аргументът като структура се формира чрез индивидуални когнитивни процеси (Kuhn & Udell, 2003; Nussbaum et al., 2011).

В педагогическите изследвания анализът на аргументацията най-често се базира на модела на Тулмин, представен в „*Употребите на аргумента*“ (Toulmin, 2003). Този модел описва както процеса на аргументация, така и структурата на един изцяло разгърнат аргумент (фиг. 1). Съгласно Тулмин аргументът включва шест взаимно свързани елемента: 1) *твърдение* (*claim*) – теза, която играе роля на заключение и се защитава; 2) *данни* (*data*) – факти или доказателства, които подкрепят твърдението и осигуряват основа (*ground*) на заключението; 3) *гаранции* (*warrants*) – причини, които обосновават връзката между данни и твърдение; 4) *подкрепа* (*backing*) – допълнителна информация (общоустановени факти, обобщения и др.), засилваща валидността на конкретната гаранция; 5) *определител* (*qualifier*) – думи или фрази, изразяващи степента на увереност („възможно“, „вероятно“ и др.); 6) *опровержение* (*rebuttal*) – условия или контекст, в които заключението може да не е валидно (Toulmin, 2003).



Фигура 1. Модел на Тулмин за съдържанието на аргумент (Toulmin, 2003)

Според модела на Тулмин процесът аргументация се осъществява като интерактивен диалог (спор) между различни позиции, в който се издигат тези, подкрепят се с доводи и се подлагат на критика или опровержение. Три от компонентите на модела – твърдение, данни и гаранция – представляват „ядрото“ на аргумента. Те са контекстуално независими и могат да присъстват самостоятелно в прости аргументи. Останалите елементи – подкрепа, определител и опровержение – са допълнителни и са контекстуално обусловени (напр. от знанията и практиките, характерни за дадена научна област). Включването им в аргументативния дискурс повишава качеството на аргументацията, което е емпирично потвърдено в обучението по природни науки (Erduran et al., 2004; Erduran, 2007; Kuhn, 2010).

Въпреки някои ограничения на модела – трудности при разграничаването на отделни елементи или непълно изясняване на естеството на опровержението, рамката на Тулмин е методологична основа на широк кръг педагогически изследвания на аргументацията. След подходящо адаптиране тя се прилага за формиране и развиване на умения за аргументиране, за анализ и оценка на устни и писмени аргументи, както и за планиране на учебни дейности, насърчаващи аргументативни практики в класните стаи (Erduran et al., 2004; Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2012; Evagorou et al., 2023). В настоящото изследване моделът на Тулмин се използва както за оценяване на уменията за аргументиране на учениците, така и за структуриране на дейностите, свързани с изграждане на аргументативни карти.

Умения за аргументиране

В обучението по природни науки формирането на аргументативни умения е приоритетна цел, тъй като научното разсъждение е тясно свързано с аргументацията (Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007; Kuhn, 2010). Практикуването на аргументация в класната стая подпомага учениците да генерират рационални аргументи, да обосновават решения с приемливи доказателства и да оценяват представени аргументи. Тези умения улесняват усвояването на учебното съдържание (Nussbaum et al., 2008), задълбочават концептуалното знание (Sampson & Schleigh, 2013; Schwarz, 2009), подпомагат координирането на твърдения с доказателства (Kuhn, 2010; Osborne et al., 2004) и позволяват извеждането на обосновани заключения (Kuhn, 1991, 1992, 2010).

Значението на аргументативните умения за различни аспекти на ученето е подчертано в международните документи за образователна политика. Например в Европейската реферативна рамка за учене през целия живот едно от основните умения, свързани с ключовите компетентности, е аргументацията, дефинирана като „способност да се изразяват устни и писмени аргументи по убедителен начин, подходящ за контекста“³.

Психологическият принос за определяне на базисните умения за аргументация принадлежи на D. Kuhn (1991), която проследява способността на хора от различни възрасти (14 – 69 г.) да формулират обосновани отговори на социално значими въпроси. Изследванията показват, че голяма част от участниците се затрудняват да свържат доказателства с теория, предлагат псевдодоказателства и само около 1/3 генерират контрааргументи или опровержения. Дори представените контрааргументи често са слабо убедителни, което според Kuhn отразява тенденцията на хората да мислят в рамките на собствените си теории, а не на алтернативни позиции (Kuhn, 1991, 1992).

Изследванията на Kuhn и педагогическите разработки, фокусирани върху когнитивните аспекти на аргументацията (Hefter et al., 2014; Iordanou & Rapanta, 2021; Rapanta, 2019), идентифицират следните базисни умения за аргументиране.

– *Конструиране на валидни аргументи и подбор на релевантни доказателства.* Аргументите, които се изграждат по време на дискусиите в класните стаи, невинаги следват правилата на формалната логика. Вместо тях се използват неформални логически критерии за убедителност (валидност). Убедителният аргумент съдържа рационално приемливи предпоставки, които подкрепят заключението чрез релевантни основания (Lutskanov, 2024). Ключово условие е аргументите да се базират на истински доказателства (данни, различни от самата теория), а не на псевдодоказателства или личен опит (Kuhn, 1991; Kuhn & Franklin, 2008).

– *Генериране на контрааргументи.* Ефективната аргументация изисква обмисляне на възможната алтернативна позиция на опонента и формулиране на валидни контрааргументи. Алтернативните теории могат да се създават умствено или чрез социален диалог. В учебна среда те се формират най-често чрез диалог, в който учениците търсят отговор на въпроса „Какво би казал опонентът?“ (Erduran et al., 2004; Kuhn, 1992). Контрааргументите са набор от твърдения със собствена обосновка, които противоречат на първоначалната теза (Walton, 2006). Липсата на това умение води до пристрастност и преувеличаване на собствените доказателства (Risen & Gilovich, 2007).

– *Генериране на опровержения.* Опровержението е огледален процес на обосноваването на твърдение и отговаря на въпроса „Как бих убедил опонента, че неговите аргументи са неприемливи?“ (Kuhn, 1992). То може да се осъществи индивидуално – в писмена аргументация, или социално – като част от аргументативен диалог (Rapanta, 2019). Формите на опровержение могат да варират по сила: 1) *Възражение* (най-слаба форма) – изразяване на несъгласие; 2) *Пряко опровержение* – директна критика към заключението на опонента; 3) *Непряко опровержение* (най-силна форма) – оспорване на предпоставките или на логическата връзка между тях и заключението (Lutskanov, 2024).

– *Оценяване на валидността на аргументи и контрааргументи.* Критичната преценка на качеството на аргументите е фундамент на аргументацията (Larson et al., 2009). В обучението по природни науки това умение включва проверка на пълнотата и надеждността на доказателствата, избрани за поддържане или оспорване на дадено твърдение. Sampson и Schleigh (2013) предлагат две групи критерии за оценка: *емпирични* (съответствие между данни и твърдение, пълнота и приемливост на доказателствата и др.) и *теоретични* (истинност и релевантност на доказателствата спрямо теорията и др.). Цялостната оценка подпомага извеждането на обосновани заключения или опровержения на алтернативни теории (Hefter et al., 2014).

Аргументативни карти

Аргументативната карта е вид когнитивна карта, която визуализира структурата на аргумент чрез графично представяне на предпоставки, заключения

и логическите връзки между тях (Davies, 2011; van Gelder, 2015). За разлика от мисловните карти (базирани на асоциации) и понятийните карти (представлящи йерархия от понятия или концепции), аргументативната карта разкрива йерархията на основанията, които подкрепят или оспорват тезата. Основната ѝ цел е да разкрие логическите връзки между предпоставките и заключението (Davies, 2011).

Аргументативните карти могат да се създават в хартиен или в компютърен вариант – с помощта на специализиран софтуер (Scheuer et al., 2010) или онлайн платформи (van Gelder, 2007). И в двата варианта картите най-често имат форма на блок-схема, изградена от различни по цвят кутии, които съдържат елементи на аргумента (фиг. 2). Основната теза е разположена най-горе в схемата, а подкрепящите я доказателства или опровержения се подреждат под нея верижно или йерархично. Отделните елементи се представят задължително като пълни изречения и се свързват с линии (или стрелки), както и чрез думи-индикатори (напр. „защото“, „но“), които указват посоката на логическа подкрепа или критика (Davies, 2011; Scheuer et al., 2010).



Фигура 2. Примерна структура на аргументативна карта при сложни (съставни) аргументи (адаптирана от van Gelder, 2007)

Педагогическите изследвания (Dwyer et al., 2012; Scheuer et al., 2014; Twardy, 2004) показват, че изграждането на аргументативни карти може да бъде ефективна образователна стратегия, когато се търсят възможности за повишаване качеството на аргументация. Емпирично установените ефекти от прилагането на тази стратегия в образователната практика могат да бъдат обобщени в следните насоки.

- *Развитие на критическо мислене.* Независимо от начина, по който се изграждат картите (индивидуално, в диади или в група), графичното представяне на аргументите позволява абстрактните мисловни процеси да станат „видими“. Това улеснява метакогнитивния контрол – учещите могат по-лесно да оценят дали доказателствата са релевантни и къде има логически несъответствия, сравнено с традиционното обучение, базирано само на дискусии (Dwyer et al., 2012; Twardy, 2004; van Gelder, 2015).

- *Подобряване на уменията за генериране и оценка на аргументи.* За разлика от линейния текст, където логическите връзки често остават имплицитни, визуалният формат налага експлицитно структуриране на основанията. Това позволява да бъдат идентифицирани евентуални противоречия между твърдения и доказателства, което стимулира по-прецизно конструиране или реконструиране на аргументите (Okada & Buckingham Shum, 2008; Twardy, 2004).

- *Насърчаване на умения за устна комуникация и съвместно учене* – в условия на групова работа картите създават „споделено когнитивно пространство“ за дискусия. Те служат като визуален референтен инструмент, който фокусира дискусията и стимулира участниците не само да изразяват своите позиции, но и да реагират обосновано на чуждите гледни точки (Marttunen & Laurinen, 2007).

Въпреки обещаващия потенциал на аргументативните карти повечето изследвания на тяхната ефективност са осъществени в контекста на университетското образование – в курсовете по философия, логика и др. (Scheuer et al., 2014; Twardy, 2004). В училищното образование по природни науки емпиричните проучвания са ограничени до прогимназиалния етап (Okada & Buckingham Shum, 2008; Schwarz et al., 2003), което задава посоката на настоящото изследване.

Методология

Цел и въпроси на изследването

Цел на изследването е да се установи ефектът от интегриране на аргументативни карти в обучението по биология и здравно образование в 10. клас върху развитието на базисни умения за аргументиране на учениците.

Въпросите, които се очертават в настоящото проучване, са следните.

1. Съществува ли разлика между уменията за аргументиране на учениците преди и след експерименталното обучение, свързано с интегриране на аргументативни карти в дискусии и изследвания на специфични въпроси от учебното съдържание по биология в 10. клас (генетика, екология и биологична еволюция)?

2. В случай на установено положително въздействие на аргументативните карти върху базисни умения за аргументиране кои от тези умения претърпяват най-значими промени в обучението по биология в 10. клас?

Извадка

Извадката е формирана по критерия *достъпност*, широко използван в педагогическите изследвания (Hadjiali, 2023). Тя включва 90 ученици от 10. клас на възраст 16 – 17 години от две държавни средни училища – в Пловдив и Асеновград. Всички участници изучават предмета биология и здравно образование в 10. клас с годишен хорариум 72 учебни часа. По предварителна информация от учителите учениците не са преминавали специализирано обучение по аргументация и не са използвали аргументативни карти, което позволява да се приеме относителна хомогенност в началните им умения за аргументиране преди експеримента.

Дизайн на изследването

Съобразно целта е проведен *моновариантен педагогически експеримент* в естествена училищна среда. Формирана е една експериментална група ($N = 90$), в която ефектът от прилагането на аргументативни карти се оценява чрез *дизайн с повторни измервания*. Уменията за аргументиране се диагностицират преди (T1) и след (T2) експерименталното въздействие. Съпоставката на средните стойности между T1 и T2 позволява да се установи силата на ефекта от аргументативните карти върху изследваните умения, както и да се проследят настъпилите промени в тяхното развитие. В рамките на настоящото изследване понятието „*ефект*“ се използва в смисъла на статистически установима промяна в равнището на уменията за аргументиране след прилагане на педагогическа интервенция.

Изборът на вътрешногрупов (претест/посттест) дизайн е мотивиран от стремежа да се анализират измененията в базисни умения за аргументиране при едни и същи ученици в естествени училищни условия. Този дизайн позволява контрол върху индивидуалните различия и е подходящ за изследвания с формиращ характер, насочени към анализ на педагогическо въздействие, а не към установяване на сравнителна ефективност между различни образователни стратегии.

Експериментът е осъществен в рамките на 14 учебни часа и включва *три последователни етапа*: 1) *входяща диагностика* на ключови умения за аргументиране (1 час); 2) *формиращ експеримент*, свързан с прилагане на аргументативни карти по време на обучението по биология, които се интегрират в дискусии и изследвания на учебно симулирани научни проблеми (12 часа); 3) *изходяща диагностика* на същите умения след края на експерименталното обучение (1 час).

Характеристика на формиращия педагогически експеримент

За провеждане на експеримента са подбрани 12 теми от учебното съдържание по биология и здравно образование за 10. клас, разпределени в три основни раздела, респективно в три области на компетентност: „Многоклетъчен организъм“, „Биосфера“ и „Биологична еволюция“. От всеки раздел са избрани теми, които предоставят подходящ контекст за поставяне на научни или социално-научни проблеми и организиране на аргументативен дискурс (напр. „Взаимодействия на гените“, „Генетични нарушения при човека“, „Екологични фактори“, „Произход и еволюция на човека“ и др.).

Всяка от избраните теми се разработва за един учебен час и следва общ модел, включващ последователност от дейности.

1. *Формулиране на изследователски въпрос или алтернативни обяснения.* Учителят насочва учениците към биологичен феномен или дискуссионен въпрос с повече от едно възможно обяснение, който да послужи за основа на аргументацията (напр. различни хипотези за глобалните климатични изменения).

2. *Анализ на информация и изследователска дейност.* Учениците работят с предоставени данни, факти и текстове (научни или научнопопулярни), като анализът се извършва в малки групи от 5 – 7 участници. Част от информацията е включена в текста в учебника за темата, а друга е допълнителна, подбрана от учителя.

3. *Изграждане на аргументативна карта и вътрегрупова дискусия.* В началото на експеримента в урок-упражнение учителят демонстрира модел за създаване на аргументативна карта. В следващите теми картите се изграждат самостоятелно от учениците в хартиен формат при условия на вътрегрупов диалог. Учениците формулират теза, подбират доказателства, съотнасят ги логически, генерират контрааргументи и предлагат опровержения, като при нужда реструктурират картата.

4. *Аргументативна сесия и междугрупова дискусия.* Всяка група представя своята карта в регламентирано време. Следват обсъждания, в които учениците оценяват приемливостта, пълнотата и логиката на предложените аргументи и контрааргументи. Учителят подпомага дискусията чрез насочващи въпроси (напр. „Кои доказателства най-надеждно подкрепят твърдението?“; „Има ли информация, която не съответства на изказаното твърдение?“; „Как може да се опровергае противоположна позиция?“).

5. *Заклучителна сесия.* Учителят обобщава аргументите и подходите за обосноваване или опровержение, оценява качеството на изградените карти (ясно представяне на основни структурни елементи, логически връзки, цялостно оформление) и уменията на учениците да участват в аргументативния дискурс.

Изследователски инструментариум

Настоящото изследване се фокусира върху *четири фундаментални умения* за аргументация, изведени от литературния анализ: *генериране на аргумент*, *генериране на контрааргумент*, *оценка на аргументи* и *оценка на контрааргументи*. Първите две отразяват *продуктивните аспекти* на аргументацията – формулиране на твърдение или противоположна теза, подбор на валидни доказателства и логическо свързване на факти със заключения при обосноваване или опровергаване на позиция. Другите две умения представят *оценъчните и метакогнитивните страни* на аргументацията – сравняване на различни аргументи/контрааргументи (включително собствените) и преценка на тяхното качество по два критерия: убедителност (реторическа сила) и обективност (доказателствена стойност).

Всяко от четирите умения е операционализирано чрез набор от показатели (табл. 1), които отразяват основни структурни елементи на процеса аргументация. Този подход дава възможност за надеждно и валидно оценяване на различните аспекти, характеризиращи аргументацията.

Диагностиката на уменията е извършена чрез два теста: *тест 1* (T1), измерващ началното равнище на аргументация преди експеримента, и *тест 2* (T2), измерващ нейното равнище, достигнато от учениците след прилагане на аргументативните карти.

Двата теста имат идентична структура и включват по четири задачи, които измерват основните показатели на аргументативните умения (табл. 1). Първата задача представя дискусия върху социално-научен проблем (напр. производство и разпространение на генетично модифицирани организми в T1) и съдържа кратка информация за различни измерения на въпроса (екологични, медицински, социални, **етични**). Чрез четири подусловия, изискващи свободни отговори, се оценяват уменията за генериране на аргументи (показатели 1.1 – 1.2), както и за формулиране на контрааргументи и опровержения на алтернативна позиция (показатели 2.1 – 2.3).

Таблица 1. Показатели и оценъчна скала за диагностика на уменията за аргументиране

Умения за аргументиране	Показатели (брой точки)
1. Генериране на аргумент (0 – 13 т.)	1.1. Идентифициране и формулиране на твърдение (0 – 2 т.) 1.2. Посочване на валидни доказателства в подкрепа на твърдението (0 – 3 т.) 1.3. Съотнасяне на доказателства с твърдението (0 – 8 т.)
2. Генериране на контрааргумент (0 – 7 т.)	2.1. Формулиране на контратвърдение (0 – 2 т.) 2.2. Обосновка на контратвърдението с валидни доказателства (0 – 2 т.) 2.3. Опровержение на контратвърдението с релевантни доказателства (0 – 3 т.)

3. Оценка на аргументи (0 – 6 т.)	3.1. Оценяване по степен на убедителност (0 – 3 т.) 3.2. Оценяване по обективност (0 – 3 т.)
4. Оценка на контрааргументи (0 – 6 т.)	4.1. Оценяване по степен на убедителност (0 – 3 т.) 4.2. Оценяване по обективност (0 – 3 т.)

Втората задача симулира научен спор по конкретен биологичен проблем — например въпроса за принадлежността на вирусите към живото или неживото в T1, или относно факторите, влияещи върху климатичните промени в T2. Чрез свободни отговори се оценява способността на учениците да съотнасят доказателства с поддържано твърдение (показател 1.3).

Третата и четвъртата задача (във всеки от двата теста) са с изборен отговор и измерват оценъчните аспекти на аргументацията. Трета задача изисква от учениците да оценят по степен на убедителност и обективност предложени аргументи към дадено твърдение – напр. трябва да се разреши използване на животни в научните изследвания в T1 (показатели 3.1 – 3.2). В четвърта задача аналогично се оценяват контрааргументи към определена позиция – напр. експериментирането с животни в биомедицината е неприемливо в T1 (показатели 4.1 – 4.2).

Оценяването на отговорите на задачите се извършва чрез точкова система, в която всеки показател има фиксиран максимален брой точки (табл. 1). Максималният сбор за всеки тест е 32 точки. Надеждността на двата теста е установена чрез коефициента омега (ω) на McDonald, подходящ за хетерогенни скали, измерващи многомерни конструкции каквито са уменията за аргументиране. Получените стойности ($\omega = 0.665$ за T1 и $\omega = 0.752$ за T2) се приемат като достатъчно добри ($\omega > 0.60$), което удостоверява, че тестовите са надежден инструмент за оценяване качеството на аргументацията.

Резултати и дискусия

Анализът на резултатите е фокусиран към отговор на поставените в изследването въпроси: 1. Съществува ли разлика между уменията за аргументиране на учениците преди и след експерименталното обучение по биология в 10. клас?; 2. Кои от уменията се променят най-съществено?

Резултатите от двата теста са обработени със статистическия пакет SPSS 25.0. За всяко от четирите изследвани умения за аргументиране са изчислени средни стойности ($\bar{X}$) от показателите преди (T1) и след експерименталното въздействие (T2). С цел да се осигури сравнимост между показателите, оценявани по различна скала, средните стойности за всяко умение са нормализирани в проценти от максималния брой точки (табл. 2). Разликите между двете измервания са проверени чрез *теста на Уилкоксън за свързани извадки* (Wilcoxon signed-rank test), а силата на ефекта от въздействието – чрез *коефициента “d” на Cohen*, определен въз основа на разликата (Δ) между T2 и T1.

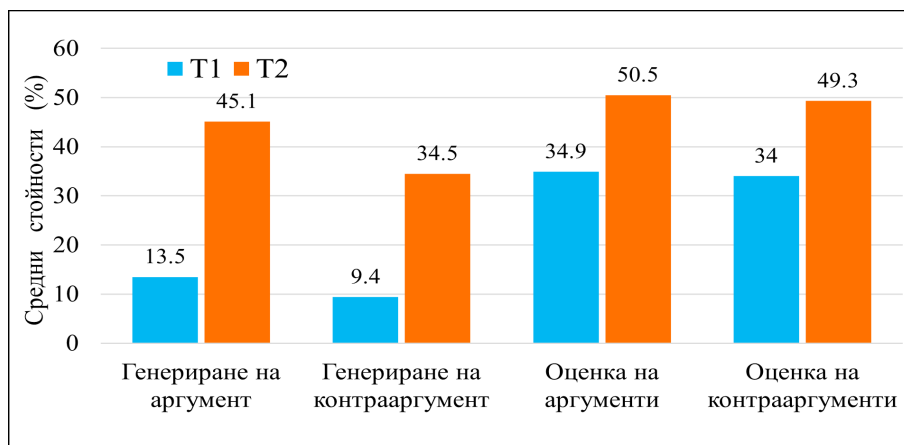
1. Разлики между уменията за аргументиране преди и след обучението

Получените средни стойности (табл. 2, фиг. 3) показват ясно изразено подобрене и при четирите изследвани умения след прилагане на аргументативни карти в обучението. Най-голямо нарастване се установява при продуктивните умения. Средната стойност за генериране на аргумент се повишава от 13.5% в Т1 до 45.1% в Т2 (спрямо максимума от 13 точки), като увеличението е с 31.6 %. Сходна тенденция се наблюдава при генерирането на контрааргумент – от 9.4% до 34.5% спрямо максимума от 7 точки, с увеличение 25.1 %. Оценъчните умения също се подобряват, макар и в по-умерена степен: оценката на аргументи се повишава от 34.9% до 50.5% спрямо максималния бал от 6 т. (+15.5%), а на контрааргументи – от 34.0% до 49.3% (+15.3%).

Таблица 2. Средни стойности (точки и %) и стандартни отклонения (SD) по умения за аргументиране преди (Т1) и след експерименталното обучение (Т2), N=90

Умение	Т1			Т2			Δ (Т2 – Т1)	
	Х т.	Х %	SD	Х т.	Х %	SD	Точки	%
Генериране на аргумент	1.76	13.5	11.7	5.86	45.1	29.4	+ 4.10	+ 31. 6
Генериране на контрааргумент	0.66	9.4	11.4	2.42	34.5	31.4	+ 1.76	+ 25.1
Оценка на аргументи	2.09	34.9	16.2	3.03	50.5	18.4	+ 0.94	+ 15.5
Оценка на контрааргументи	2.04	34.0	16.3	2.96	49.3	20.0	+ 0.92	+ 15.3

*Забележка. Положителният знак пред Δ се тълкува като подобрене на съответното умение.



Фигура 3. Средни стойности на базисни умения за аргументиране на учениците (N=90) преди (T1) и след експерименталното обучение (T2)

Данните от теста на Уилкоксън (табл. 3) потвърждават, че разликите между T1 и T2 са статистически значими за всички умения ($p < 0.001$ при $\alpha = 0.05$). Тези резултати показват, че интегрирането на аргументативни карти в обучението по биология (10. кл.) има недвусмислено положително въздействие върху качеството на аргументацията. Постигнатият напредък изключва влиянието на случайни фактори и е следствие от целенасоченото прилагане на аргументативни карти като стратегия в обучението.

Таблица 3. Данни от статистическия тест на Wilcoxon и стойности на коефициента d на Cohen по умения за аргументиране

Умения за аргументиране	Статистически величини		
	Wilcoxon test: Z	p	Cohen's d
Генериране на аргумент	-7.316	.000	1.08
Генериране на контрааргумент	-6.012	.000	0.78
Оценка на аргументи	-5.333	.000	0.67
Оценка на контрааргументи	-5.077	.000	0.62

2. Умения за аргументиране с най-съществени промени

Стойностите на Cohen's d (табл. 3) показват, че педагогическата интервенция има най-силно въздействие върху *продуктивните умения*. Ефектът от интегриране на аргументативни карти в обучението е много голям за генерирането на

аргументи ($d = 1.08$, при $d \geq 1.00$) и близко до голям – за генериране на контра-аргументи ($d = 0.78$, при $d \geq 0.80$). Ефектът върху оценъчните умения е умерен ($d = 0.62 - 0.67$, при $d \geq 0.50$).

Силно изразеният ефект на експерименталното обучение върху умението за *конструиране на аргументи* ($d=1.08$) се потвърждава и от качествения анализ на отговорите на учениците от двата теста. Преди интервенцията (T1) аргументите са кратки, общи и често без доказателства (напр. „генетичномодифицираният ориз трябва да се произвежда, защото е полезен“). След експеримента (T2) аргументите стават по-структурирани, съдържат конкретни научно валидни данни и ясни логически връзки между основания и заключение (напр. „подкрепям технологията Oxitec за контрол на дивите популации от комари, тъй като те са основен преносител на Денга и Зика, а по данни на СЗО се увеличават заболяванията, причинени от тези вируси..“, „...технологията ще намали числеността на женските комари и риска от заразяване“). Тези изменения показват, че визуалното структуриране чрез карти не само подобрява формата на аргумента, но и задълбочава осмислянето на връзката „доказателство – заключение“.

Умението за *генериране на контрааргументи* също бележи развитие ($d=0.78$). В T1 те са предимно кратки декларативни изкази и емоционални реакции от типа „опасно е“ или „не съм съгласен“. В T2 контрааргументите са по-сложни, с по-ясна логическа структура и повече релевантни доказателства, а опроверженията често съдържат критично сравняване на рискове и ползи (напр. „технологията Oxitec не е безопасна, тъй като се пренасят трансгени към дивите популации комари, което може да създаде по-адаптивни хибриди...“, „...макар да съществува риск, при зачестилите случаи на Денга, технологията е по-безопасна от инсектицидите...“). Качествените различия между контрааргументите и опроверженията в T1 и T2 подсказват, че създаването на карти чрез групов диалог подпомага децентрирането от собствената позиция и формулирането на рационални алтернативи.

По-умереният напредък при *оценъчните умения* ($d \approx 0.65$) може да се обясни с по-високата когнитивна сложност на процесите за разграничаване на убедителни/обективни от неубедителни/субективни аргументи и контрааргументи. Преди обучението, оценките на учениците често са интуитивни и базирани на лични убеждения (напр. „...без експерименти с животни няма наука“). След работата с аргументативни карти те започват по-прецизно да разграничават убедителни от слаби доводи, по-често базират оценките си на достоверни доказателства и разпознават валидни опровержения на контрааргументи (напр. „генетичните тестове би трябвало да са задължителни, тъй като могат да помогнат в ранното откриване на наследствени болести, за назначаване на специфично лечение и за превенция на многофакторни заболявания...“). Въпреки подобрението на оценъчните умения трансформацията

при тях е по-бавна в сравнение с продуктивните умения. Този феномен кореспондира с изводите на Kuhn (1991) и Osborne et al. (2004), според които учениците първо овладяват конструирането на аргументи, и едва на по-късен етап – тяхната критична оценка, изискваща по-високо ниво на метакогнитивни операции и по-продължителна практика.

Заклучение

Резултатите от настоящото изследване са основание да се твърди, че прилагането на аргументативни карти в обучението по биология в 10. клас е свързано със статистически значим положителен ефект върху развитието на базисни умения за аргументиране на учениците. Отчетен е напредък във всички изследвани компоненти на аргументацията – както продуктивни, така и оценъчни. Най-силно изразени са промените в уменията за конструиране на аргументи и контрааргументи. След експерименталното въздействие учениците формулират по-ясни и точни твърдения, подбират значително по-релевантни доказателства и извеждат по-адекватни логически връзки между доказателства и заключения, отколкото преди интервенцията. Контрааргументите, които в началото на обучението са обикновено фрагментарни и подвластни на емоции, придобиват по-аналитичен характер и по-голяма обективност в избора на надеждни доказателства, а за опровержението на алтернативна теза се търсят по-силни негови форми. Уменията за оценяване на аргументи и контрааргументи също показват развитие, макар и в по-ниска степен, което е в съответствие с изводите на други автори, подчертаващи тяхната метакогнитивна природа (Iordanou & Rapanta, 2021; Kuhn & Udell, 2003; Osborne et al., 2004).

Въпреки отсъствието на контролна група вътрешногруповият дизайн на изследването позволява надеждно да се проследи динамиката на аргументативните умения в относително голяма група ученици (N=90). Силата и устойчивостта на установения ефект подкрепят заключението за реално педагогическо въздействие на приложената стратегия в конкретния изследователски контекст. Ограниченията на проучването, отнасящи се до спецификата на учебното съдържание и използвания дизайн, очертават перспективи за бъдещи разработки с по-широк тематичен фокус, контролни групи и включване на ученици от други възрастови групи.

В обобщение, аргументативните карти се очертават като обещаваща образователна стратегия, подпомагаща развиване на ключови умения за аргументиране, като ефектът от нейното интегриране в обучението по биология се проявява както в продуктивните, така и в оценъчните аспекти на аргументацията.

БЕЛЕЖКИ

1. Eurydice Network (2011). Science education in Europe: national policies, practices and research. Brussels: Audiovisual and Culture Executive Agency.
2. OECD (2017). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
3. EU (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, Brussels, Belgium.

REFERENCES

- Allchin, D. (2023). Ten competencies for the science misinformation crisis. *Science Education*, 107(2), 261 – 274. <https://doi.org/10.1002/sce.21746>.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher education*, 62(3), 279 – 301. <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9387-6>.
- DeBoer, G.E. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567 – 591. <https://doi.org/10.1002/tea.20421>.
- Dwyer, C., Hogan, M. & Stewart, I. (2012). An evaluation of argument mapping as a method of enhancing critical thinking performance in e-learning environments. *Metacognition and Learning*, 7(3), 219 – 244. <https://doi.org/10.1007/s11409-012-9092-1>.
- Erduran, S. (2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In: S. Erduran & M.P. Jimenez-Aleixandre (eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47 – 69). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>.
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPing into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915 – 933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>.
- Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2012). Research on argumentation in science education in Europe. In: D. Jorde, & J. Dillon (Eds.). *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective*, pp. 253 – 289. Sense Publishers.
- Evagorou, M., Papanastasiou, E. & Vrikki, M. (2023). What do we really know about students' written arguments? Evaluating written argumentation skills. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(4), 615 – 634. <https://doi.org/10.30935/scimath/13284>.

- Hadjiali, I. (2023). *Research in the methodology of Biology teaching – statistical and prognostic analysis*. Pedagogue 6 [in Bulgarian]. ISBN 978-619-01-1402-4.
- Harrell, M. (2008). No computer program required: Even pencil-and-paper argument mapping improves critical thinking skills. *Teaching Philosophy*, 31(4), 351 – 374. <https://doi.org/10.5840/teachphil200831437>.
- Hefter, M., Berthold, K., Renkl, A., Riess, W., Schmid, S. & Fries, S. (2014). Effects of a training intervention to foster argumentation skills while processing conflicting scientific positions. *Instructional Science*, 42(6), 929 – 947. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9320-y>.
- Iordanou, K. & Rapanta, C. (2021). “Argue with me”: A method for developing argument skills. *Frontiers in Psychology*, 12, 631203. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.631203>.
- Jimenez-Aleixandre, M. & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In: Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (eds). *Argumentation in Science Education*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1.
- Jimenez-Aleixandre, M., Bugallo Rodriguez, A. & Duschl, R. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science education*, 84(6), 757 – 792. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-).
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. New York: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard educational review*, 62(2), 155 – 179. <https://doi.org/10.17763/haer.62.2.9r424r0113t67011>.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94, 810 – 824. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child development*, 74(5), 1245 – 1260. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00605>.
- Kuhn, D. & Franklin, S. (2008). The second decade: What develops (and how)? In: W. Damon & R. Lerner (Eds.). *Child and adolescent development: An advanced course* (pp. 517 – 550). John Wiley & Sons.
- Larson, A. A., Britt, M. A. & Kurby, C. A. (2009). Improving students’ evaluation of informal arguments. *The Journal of Experimental Education*, 77(4), 339 – 366. <https://doi.org/10.3200/JEXE.77.4.339-366>.
- Lutskanov, R. (2024). *Handbook for critical thinking*. “East-West” Publishing House. [in Bulgarian]. ISBN 978-619-01-1402-4.

- Marttunen, M. & Laurinen, L. (2007). Collaborative learning through chat discussions and argument diagrams in secondary school. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 109 – 126. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782500>.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30, 1977-1999. <https://doi.org/10.1080/09500690701545919>.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. & Owens, M. C. (2011). The two faces of scientific argumentation: Applications to global climate change. In: Khine, M. S. (Ed.). *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research* (pp. 17 – 37). Springer Science & Business Media.
- Okada, A. & Buckingham Shum, S. (2008). Evidence-based dialogue maps as a research tool to investigate the quality of school pupils' scientific argumentation. *International Journal of Research & Method in Education*, 31(3), 291 – 315. <https://doi.org/10.1080/17437270802417184>.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463 – 466. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1183944>.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994 – 1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>.
- Rapanta, C. (2019). *Argumentation strategies in the classroom*. Vernon press.
- Risen, J. & Gilovich, T. (2007). Informal logical fallacies. In: R. J. Sternberg, H. L. Roediger & D. F. Halpern (Eds.). *Critical thinking in Psychology* (pp. 110–130). New York: Cambridge University Press.
- Sampson, V. & Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. NSTA press.
- Sandoval, W. & Reiser, B. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science education*, 88(3), 345 – 372. <https://doi.org/10.1002/sce.10130>.
- Sandoval, W. & Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23 – 55. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2.
- Scheuer, O., Loll, F., Pinkwart, N. & McLaren, B. M. (2010). Computer-supported argumentation: A review of the state of the art. *International Journal of Computer-supported collaborative learning*, 5(1), 43 – 102. <https://doi.org/10.1007/s11412-009-9080-x>.

- Scheuer, O., McLaren, B. M., Weinberger, A. & Niebuhr, S. (2014). Promoting critical, elaborative discussions through a collaboration script and argument diagrams. *Instructional Science*, 42(2), 127 – 157. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9274-5>.
- Schwarz, B. B. (2009). Argumentation and learning. In: N. Muller Mirza & A. Perret-Clermont (Eds.). *Argumentation and education: Theoretical foundations and practices* (pp. 91 – 126). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-98125-3_4.
- Schwarz, B. B., Neuman, Y., Gil, J. & Ilya, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *The journal of the learning sciences*, 12(2), 219 – 256. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1202_3.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Updated ed. Cambridge university press.
- Twardy, C. (2004). Argument maps improve critical thinking. *Teaching Philosophy*, 27(2), 95 – 116. DOI:10.5840/teachphil200427213.
- Van Gelder, T. (2007). The rationale for Rationale. *Law, Probability and Risk*, 6, 23 – 42. <https://doi.org/10.1080/02684527.2022.2026584>.
- Van Gelder, T. (2015). Using argument mapping to improve critical thinking skills. In: M. Davies & R. Barnett (eds.). *The Palgrave handbook of critical thinking in higher education* (pp. 183 – 192). New York: Palgrave Macmillan US.
- Vaughn L. (2019). *The Power of Critical Thinking: Effective Reasoning about Ordinary and Extraordinary Claims*. 6th ed. New York: Oxford University Press. ISBN 9780190852719.
- Walton, D. (2006). *Fundamentals of critical argumentation: Critical reasoning and argumentation*. New York, NY: Cambridge University Press. ISBN-10 0-521-82319-6.
- Venville, G. J. & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of research in science teaching*, 47(8), 952 – 977. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>.

INTEGRATING ARGUMENT MAPS INTO 10TH-GRADE BIOLOGY EDUCATION

Abstract. This study investigates the effect of integrating argument maps into **Biology and Health Education** instruction on the development of basic argumentation skills among 10th-grade students (N = 90). A single-condition formative experiment with a pre-test/post-test design was conducted. The analysis of empirical data indicates the most substantial improvement in students' ability to generate arguments and counterarguments, followed by gains in evaluating arguments, counterarguments, and rebuttals. Overall, the findings demonstrate that the use of argument maps in biology education is an effective instructional strategy that supports the development of both the productive and evaluative dimensions of argumentation.

Keywords: argumentation skills; argument maps; biology education

✉ **Dr. Teodora Kolarova, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0009-0004-9731-7430

Web of Science Researcher ID: OYD-3034-2025

✉ **Mr. Filip Kamishev, Assist. Prof.**

Department of Botany and Biology Education

University of Plovdiv "Paisii Hilendarski"

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: teokolarova@uni-plovdiv.bg

E-mail: filip@uni-plovdiv.bg