

האם גישתם המוסרית של תלמידי תיכון ליישומים ביוטכנולוגיים קשורה לידע קודם שלהם?

תוצאות של מחקרים הנוגעים להוראת ביואתיקה מראות שדיון בדילמות ביואתיות מחזק ידע ביולוגי. האם בד בבד הידע הביולוגי של תלמידים משפיע על סוג ההחלטות שלהם? במחקר המתואר במאמר מנסים החוקרים להבין אם ידע קודם בנושאים מולקולריים ובגנטיקה משפיע על הגישה המוסרית שנוקטים תלמידי תיכון בסלובניה בנוגע לארבעה יישומים ביוטכנולוגיים.

מעובד על פי המאמר[1]:

Helena Crne-Hladnik, Ales Hladnik, Branka Javornik, Katarina Kosmelj and Cirila Peklaj (2012): Is Judgement of Biotechnological Ethical Aspects Related to High School Students' Knowledge? International Journal of Science Education, Vol. 34, No. 8, 15 May 2012, pp. 1277–1296.

עיבוד: גילת בריל

מבוא

שיטות ביוטכנולוגיות כמו שיבוט, שימוש בתאי גזע, ריפוי גני ומזון מהונדס, לצד אתגרים סביבתיים כמו ההתחממות הגלובלית מעלים לא מעט דילמות מוסריות; הוראת הדילמות הללו מתיישבת היטב עם מגמה שהתפתחה לאחרונה בהוראת המדעים העוסקת בקשר שבין מדע לחברה (socio-scientific issues, SSI). מגמה זו עוסקת בהשפעתן של התפתחויות מדעיות על החברה וכן בהיבטים אתיים הקשורים במדע ובהיבטים התפתחותיים של הלומדים כמו התפתחות המוסר והתפתחות רגשית (Zeidler, 2005).

מסגרות חשיבה אתיות

על מנת להסדיר תהליכי הכרעה בדילמות אתיות[2] וליצור קווים מנחים בתהליך קבלת הכרעה בדילמה נעשה שימוש בתאוריות ועקרונות אתיים (Mepham, 2005). לדוגמה, לפי תאוריית ההשלכתיות (consequentialism), החלטות צריכות להתקבל על סמך השלכותיהן. בתהליך ההכרעה נדרשים ביואתיקנים להגדיר את ההשלכות החיוביות והשליליות במקרה של הכרעה כזו או אחרת, ואלה מסייעות בקבלת ההחלטה. במצב אופטימלי ההשלכות של הכרעה מסוימת מקובלות מבחינה אתית משום שהן עושות את הטוב המרבי למרב האנשים. דוגמה נוספת היא התאוריה הדאונטולוגית (deontological theory). המתייחסת לזכויות וחובות שיש לנו כאנשים פרטיים כלפי אנשים אחרים. לפי תאוריה זאת, פעולה נחשבת טובה כאשר היא נעשית מתוך כוונה להיטיב ולא כאשר התוצאה שלה טובה. ביואתיקנים צריכים לפרט את הכוונות הטמונות בביצוע הפעולה ואת החובות המוסריות הכרוכות בהכרעה כזו או אחרת.

מסגרות חשיבה כאלה מסייעות למומחים העוסקים בביואתיקה להכריע בדילמות, אך בקרב הציבור הרחב התמונה מעט שונה. במחקר שבחן את דעותיהם של סטודנטים באוניברסיטה בדרום מזרח ארצות הברית נשאלו משתתפי המחקר לגבי תחושותיהם וגישתם המוסרית ביחס לריפוי גני ולשיבוט (Sadler, 2004). בריאיון עלו השאלות: עד כמה אתם מפרשים יישומים של

[1] הגרסה המובאת כאן היא סקירה של תוכני המאמר המקורי, שנועדה להנגיש את המידע לציבור המורים לביולוגיה ולמדעי הסביבה. העיבוד כלל הוספת הסברים ואיורים לתכנים מורכבים, סינון מידע שאינו נקשר לרעיון המרכזי של הגרסה המעובדת, הגדרת מונחים מקצועיים, ובמידת האפשר קישור הדברים לתהליכי למידה והוראה. המעוניינים לקרוא את המאמר המקורי מוזמנים לפנות למקור המובא בתחילת הגרסה המעובדת.

[2] יישום שיקולים מוסריים בתהליכי הכרעה בדילמות אתיות מכונה אתיקה יישומית.

הנדסה גנטית כבעיה מוסרית? כיצד שיקולים מוסריים משפיעים על הפרשנות שלכם ועל יישום הנדסה גנטית? ניתוח תשובות הסטודנטים הראה שהם רואים בעיה מוסרית ביישומים של הנדסה גנטית. מתוך הניתוח עלו כמה דגמים אופייניים של תהליכי הכרעה: (א) הכרעה על פי השלכות או עקרונות, שכונתה רציונלית, נעשתה על פי שיקולי היגיון; (ב) הכרעה על פי רגש מוסרי, שהמרואיינים כינו אותו נעים, כמו אמפתיה, או לא נעים. מרואיינים אלה דאגו לרווחתם של אחרים; (ג) הכרעה אינטואיטיבית, שבה כתגובה מיידית לשאלה נקטו המרואיינים עמדה בעד או נגד, בלי להסביר לפי מה קבעו כך.

מחקר אחר נערך בהשתתפות תלמידים בני שש-עשרה עד שמונה-עשרה לאחר הוראתה של יחידת לימוד בביולוגיה שבמהלכה נותחו היבטים ביולוגיים וחברתיים של הנושאים הנלמדים (Reiss, 2008). ניתוח תשובות הקשורות להתחממות הגלובלית העלה שרוב התלמידים השתמשו במסגרת חשיבה תועלתית, ולפיה יש לשאוף להגיע למרב הטוב בעולם, והשתמשו פחות במסגרות חשיבה אחרות שהוצגו להם ביחידת הלימוד, כמו זכויות וחובות כלפי אחרים. ייתכן שהבחירה במסגרת חשיבה מסוימת תלויה בהקשר, כלומר משתנה על פי התכנים שבהם הדילמה עוסקת.

במחקר שבו התבקשו תלמידים בני חמש-עשרה להתייחס לסדרה של דילמות ביואתיות, להכריע בהן ולהצדיק את עצמם השוו את מסגרות החשיבה של התלמידים לאלו של מומחים בתחום האתיקה (Dawson & Taylor, 2000). רוב התלמידים העלו את עקרון הזכות לבחור (אוטונומיה). לעומתם, המומחים העלו גם עקרונות כמו הגינות (צדק), הימנעות מפגיעה, או קידום הטוב. כמו כן, התלמידים לא ראו את ההשלכות של הכרעתם בטווח הארוך.

סקר שנערך בשבדיה ובדק גישות מוסריות לעשרה יישומים של טכנולוגיות הקשורות בגנים העלה מאפיינים של שיפוט מוסרי בקרב הציבור (Sjoberg, 2004):

תועלתיות: מה ששימושי נתפס בציבור הרחב כטוב מבחינה מוסרית.

סיכון: מה שמסוכן נתפס בציבור הרחב כבלתי מוסרי.

בדרך הטבע: מה שטבעי ורגיל נתפס בציבור הרחב כמוסרי.

אנושיות: בעלי חיים דומים לבני אדם יותר מאשר צמחים ולכן שינוי הגנים של צמחים נתפס בציבור הרחב כמוסרי.

פחות מקובל בציבור הרחב לשנות גנים של הדורות הבאים מאשר לשנות גנים של הדור הנוכחי, כנראה משום שהדור הנוכחי יכול להשפיע על החלטות.

קשר בין ידע לבין גישות לביוטכנולוגיה ולנימוקי הכרעה בדילמות לאור ההבדלים בין הציבור הרחב לבין מומחים במסגרות החשיבה האתיות עולה השאלה אם קיים קשר בין ידע קודם לבין גישה מוסרית כלפי יישומים ביוטכנולוגיים. מחקרים מוצאים שלתלמידים בעלי רמה גבוהה של ידע בתחום התוכן יש נטייה חזקה לצדד בביוטכנולוגיה ולציין את תרומתה החיובית (Klop & Severiens, 2007). לעומתם, מחקרים אחרים מוצאים כי לבעלי ידע מבוסס בתחום התוכן קל יותר להביע דעה מוצקה, חיובית או שלילית לגבי טכנולוגיה גנטית (Jallinoja & Aro, 2000). כמו כן נמצא שתלמידים בעלי ידע ברמה גבוהה הם גם בעלי יכולות הנמקה טובות יותר ונוטים יותר מתלמידים אחרים להשתמש בנימוקים המבוססים על ידע.

שאלות המחקר

במאמר הנוכחי נחקרה גישתם המוסרית של תלמידי תיכון לארבעה יישומים ביוטכנולוגיים: תירס Bt, סלמון מהונדס גנטית, ריפוי גני בתאים סומטיים וריפוי גני בתאי מין. לכל היישומים היה לפחות אחד מהמאפיינים הבאים:

לכל הכרעה הנוגעת לשימוש ביישום (להתיר או לאסור) קיימות סיבות טובות.

קבלת ההכרעה תלויה במידה רבה בידע ביולוגי ובתוצאות של מחקרים (מורכבים להבנה או חלקיים ולא חד משמעיים), או בוויכוח בין מדענים.

ההכרעה צריכה להיעשות על ידי החברה[3] כולה ובעבורה, אף על פי שקיימת בחברה קבוצה גדולה של אנשים המתנגדים לדעתם של רוב המדענים.

שאלות המחקר היו:

איזו קורלציה קיימת בין ההכרעה בשימוש ביישומים לבין ידע התלמידים בביולוגיה מולקולרית ובגנטיקה?

האם קיים קשר בין ידע קודם לבין הדרכים שבהן תלמידים טוענים טענות מוסריות ומנמקים הכרעות בדילמות ביואתיות?

שיטות

אוכלוסיית התלמידים

סך הכול השתתפו במחקר 469 תלמידים בני 17, 299 בנות ו-170 בנים, מבתי ספר ברחבי סלובניה. המחקר התבצע לאחר שהתלמידים למדו עקרונות בסיסיים בביולוגיה מולקולרית ובגנטיקה. התלמידים שהשתתפו במחקר ענו תחילה על שאלון שבדק את הידע שלהם בנושאים אלה. ארבעת היישומים הביוטכנולוגיים הוצגו לתלמידים באמצעות מצגות וסרטי



[3] society

תעודה. הסרטים נבחרו בקפידה כך שיציגו באופן שווה יתרונות וסיכונים. לבסוף ענו התלמידים על שאלון שבו הביעו את גישתם המוסרית לגבי כל אחד מארבעת היישומים.

שאלון ידע קודם

השאלון כלל עשרים וארבע שאלות, מהן שבע-עשרה שאלות רב-ברירתיות ולהן ארבע תשובות אפשריות ושבע שאלות נכון/לא נכון. חלק מהשאלות נועדו לבחון ידע בלבד, ואחרות בדקו גם הבנה ויישום. השאלון נבדק על ידי שמונה מורים לביולוגיה בתיכון ושני מומחים בגנטיקה, אשר וידאו כי הוא בהיר, מדויק מדעית ומתאים לרמת תלמידי תיכון. בהתאם לבדיקה בוצעו שינויים בשאלות[4].

דירוג הקושי של הדילמות ואפיון דרכי הטיעון של התלמידים

שמונה מומחים במדעי הטבע ושבעה מומחים במדעי החברה התבקשו לדרג את רמת הקושי המוסרי להתיר את השימוש בארבעת היישומים שהוצגו בפני התלמידים. בדרך זו ניסו החוקרים לבדוק אם הקושי המוסרי משפיע על השיפוט של התלמידים ביחס לתועלתו של היישום הביוטכנולוגי. דירוג המומחים נאסף באמצעות שאלון וריאיון חצי מובנה[4]. המומחים דירגו את הקושי המוסרי של היישומים בסדר עולה, באופן הבא: ריפוי גני של תאים סומטיים, תירס Bt, סלמון מהונדס גנטית, ריפוי גני בתאי המין.

כדי לאפיין את דרכי הטיעון של התלמידים נערך ניתוח איכותני של תשובותיהם לשאלה: מהי דעתכם לגבי היישום (ריפוי גני של תאים סומטיים, תירס Bt, סלמון מהונדס גנטית, ריפוי גני



בתאי המין)? האם אתם חושבים שיש להתיר שימוש ביישום? תשובות אפשריות היו: 1 - לגמרי לא; 2 - מעט; 3 - באופן חלקי; 4 - לרוב כן; 5 - לחלוטין כן. התלמידים התבקשו לנמק את תשובתם.

על פי התשובות שהתקבלו קבעו החוקרים שלושה קריטריונים עיקריים של דרכי טיעון מוסרי:

עיקרון ביואתי		תירס Bt	סלמון מהונדס	ריפוי גני בתאים סומטיים	ריפוי גני בתאי מין
גישה דאונטולוגית	התערבות בטבע	71	91	13	64
	אוטונומיה של הפרט			136	91
	אין צורך בשינוי גנטי	3	41		
גישה השלכתית	יתרונות	73	31	108	70
	השלכות בלתי ידועות	112	123	38	73
	אין פגיעה בצאצאים		3	27	
	אפשרות לניצול לרעה של השיטה			14	57
	התקדמות המדע	13	2	7	

טבלה 1: מספר תשובות של תלמידים בקטגוריות השונות הנוגעות לשיקולים מוסריים ביחס לכל יישום ביוטכנולוגי

[4] קבוע אלפא של קרונבך למהימנות השאלון הסופי היה 0.69 (n=24).

תאוריות ועקרונות אתיים מסייעים למומחים העוסקים בביואתיקה להכריע בדילמות

טיעון מוסרי רציונלי: מבוסס על תוצאות השימוש ביישום (גישה השלכתית) או על עקרונות מוסריים (גישה דאונטולוגית).

טיעון מוסרי רגשי: טיעון המבוסס על רגש.

טיעון מוסרי אינטואיטיבי: טיעון אינסטינקטיבי המכיל טענה בלבד, שאינו מבוסס על רציונל או על רגש וחסרה בו הנמקה.

סטטיסטיקה ואנליזה של תשובות התלמידים

לבדיקת קורלציה בין ידע קודם של התלמידים לבין גישותיהם ליישומים הביוטכנולוגיים שימש קבוע הקורלציה של ספירמן.

על מנת לנתח את דרכי הטיעון הרציונליות של התלמידים ביחס לארבעת היישומים קראו החוקרים את הטיעונים וחילקו אותם לשמונה קטגוריות (ראו טבלה 1). מומחה בביוטכנולוגיה בדק 25% מהשאלונים שנבחרו באקראי וסיווג את תשובות התלמידים על פי שמונת הקריטריונים שנקבעו. סיווג המומחה הושווה לסיווג שערכו החוקרים לתשובות לשאלונים אלה, ומהימנות הסיווג נמצאה מעל 95%.

על מנת לבדוק קשר בין ידע קודם לבין דרכי טיעון יצרו החוקרים שתי קבוצות תלמידים כמעט שוות בגודלן: 56 תלמידים (31 בנות ו-25 בנים) בעלי הישגים גבוהים בשאלוני הידע (ענו נכון על 18-23 שאלות בשאלון); 61 תלמידים (36 בנות ו-25 בנים) בעלי הישגים נמוכים בשאלוני הידע (ענו נכון על 5-9 שאלות).

תוצאות ודיון

קשר אפשרי בין ידע קודם לבין גישה ליישומים ביוטכנולוגיים

בדיקת שאלוני הידע לא העלתה הבדלים משמעותיים בידע בין בנים לבנות. לעומת זאת, בקרב הבנות נמצאה קורלציה בין ידע קודם רב יותר לבין גישתן ליישומים הביוטכנולוגיים: יותר בנות בעלות ידע רב נטו לחשוב על הסיכון בסלמון מהונדס ($p=0.00$) וכן על התועלת שבכל היישומים (תירס Bt, $p=0.04$; סלמון מהונדס גנטית, $p=0.05$; וריפוי גני בתאים סומטיים, $p=0.04$; ובתאי מין, $p=0.04$). לעומתן, בקרב הבנים הייתה קורלציה לידע קודם רב רק ביחס לסיכון בריפוי גני בתאי המין ($p=0.012$). כלומר, על פי תוצאות אלה, לידע קודם רב השפעה משמעותית על הגישה ליישומים ביוטכנולוגיים בקרב בנות יותר מאשר בקרב בנים. יש לציין שבנות ובנים שהיו בעלי ידע קודם רב יותר הראו תפיסה גבוהה יותר של הסיכון הכרוך בשני יישומים שגם המומחים דירגו אותם כגבוהים יותר בהקשר של קושי מוסרי: ריפוי גני בתאי המין וסלמון מהונדס גנטית.

מחקרים אחרים הנוגעים לקשר בין ידע לבין גישה ליישומים ביוטכנולוגיים העלו תוצאות לא מובהקות. לדוגמה, במחקר שנערך בהולנד נמצאה קבוצת תלמידים שכונתה "תומכים נלהבים" של יישומים ביוטכנולוגיים שהיו גם תלמידים מצטיינים (Klop & Severiens, 2007). קבוצה זו היוותה 22% מכלל האוכלוסייה שנבדקה, אבל המחקר לא כלל נתונים על ידע בתחום התוכן לגבי יתר התלמידים.

ניתוח דרכי הטיעון

טבלה 1 מתארת את כמות הנימוקים בגישות הרציונליות (דאונטולוגית והשלכתית) שכתבו התלמידים על פי שמונה הקטגוריות שנקבעו. רוב התלמידים רשמו נימוק אחד בלבד, ולעתים נדירות נרשמו שני נימוקים.

הכמות הגדולה של תשובות בקטגוריית אוטונומיה של הפרט בעבור ריפוי גני בתאים סומטיים מעידה על חשיבותה בעיני התלמידים בהקשר זה.

טבלה 1 מכילה תשובות שהופיעו לפחות בעבור שני יישומים ביוטכנולוגיים. נוסף על תשובות אלה הופיעו גם טיעונים שהיו ייחודיים ליישומים מסוימים. לדוגמה, שתי קטגוריות הופיעו רק לגבי תירס Bt: ידידותי לסביבה יותר משימוש בהדברה כימית (83 תשובות); ופעולה ספציפית כנגד מזיקים (29 תשובות). לגבי סלמון מהונדס הופיעה הקטגוריה של זכויות בעלי חיים. בעבור ריפוי גני בתאים סומטיים הופיעה הקטגוריה של מוצא אחרון. אפשר להניח שלטיעון זה הייתה השפעה גדולה על תלמידים רבים, אשר ראו יישום זה כמקובל מבחינה אתית, כפי שנמצא גם במחקרים אחרים (Dawson & Taylor, 2000).

בהשוואה לריפוי גני בתאים סומטיים, התלמידים שהשתתפו במחקר ראו בתירס Bt יישום פחות מקובל מבחינה מוסרית. אפשר להסביר יחס זה בכך שהתלמידים ראו בתירס Bt יישום המשפיע על כלל החברה והסביבה, בעוד שריפוי גני בתאים סומטיים נותר בגבולות הפרט.

ריפוי גני בתאי מין וסלמון מהונדס נתפסו בקרב התלמידים כפחות מקובלים מבחינה מוסרית מתירס Bt ומריפוי גני בתאים סומטיים. ההסברים הנפוצים היו אפשרות של פגיעה אקולוגית במקרה שסלמון מהונדס יברח מהמעבדות לסביבה. לגבי ריפוי גני בתאי המין, התלמידים חשבו שאסור להורים להחליט על גורל ילדיהם ואף הביעו חשש מכך שהטכנולוגיה תנוצל לרעה.

לפי טבלה 1, רוב התלמידים העלו נימוקים בהתאם לגישות רציונליות. הנמקה רגשית הועלתה רק בהקשר של הסלמון המהונדס, ולפיה התלמידים חששו מפגיעה בבעלי החיים או ברווחתם. הנמקה רגשית התלוותה תמיד לגישה שלילית ליישום הביוטכנולוגי, ונימקה התנגדות ליישום טכנולוגיה גנטית על בעלי חיים. אפשר אפוא להסיק שבין שתי מסגרות החשיבה, רגשית או רציונלית, רק מסגרת החשיבה הרגשית הייתה תלויית תוכן.



בתהליך הסיווג של תשובות התלמידים עלתה בכל ארבעת היישומים קטגוריה נוספת של טיעון שאינה שייכת לגישה דאונטולוגית או לגישה השלכתית, ולא לגישה רגשית. החוקרים כינו קטגוריה זו חרב פיפיות, והיא ביטאה את הקושי של התלמידים להעריך באופן רציונלי יתרונות מול חסרונות של היישום.

לעומת זאת, היו תלמידים שדירגו את היישומים באופן אינטואיטיבי, כלומר על פי מוסריות אך ללא הסבר לדירוג שבחרו (ראו טבלה 2). למרות היעדר ההסברים, התלמידים שהשיבו אינטואיטיבית דירגו את היישומים הביוטכנולוגיים באופן דומה לתלמידים בעלי גישה רציונלית, מבחינת רמת הקבלה המוסרית שלהם.

גישה אינטואיטיבית	תירס Bt	סלמון מהונדס	ריפוי גני בתאים סומטיים	ריפוי גני בתאי מין
מקובל מאוד מבחינה מוסרית	3	26	5	12
מקובל במידה מסוימת מבחינה מוסרית	28	11	6	12
לא מקובל מבחינה מוסרית	46	23	36	14

טבלה 2: דירוג היישומים הביוטכנולוגיים בתשובות האינטואיטיביות

לאור ההבדלים בין הציבור הרחב לבין מומחים במסגרות החשיבה האתיות עולה השאלה אם קיים קשר בין ידע קודם לבין גישה מוסרית כלפי יישומים ביוטכנולוגיים





החוקרים ניסו לבדוק האם קיים קשר בין ידע קודם לבין הדרכים שבהן תלמידים טוענים טענות מוסריות

קשר בין דגם ההנמקה לידע קודם

טבלה 3 משווה בין כמות התשובות שהתקבלו בשאלון הידע בגנטיקה מתלמידים בעלי ידע קודם רב לבין אלו שהתקבלו מתלמידים בעלי ידע קודם מועט, על פי מסגרות החשיבה

מסגרת חשיבה אתית	מספר התשובות בקרב תלמידים בעלי ידע קודם מועט	מספר התשובות בקרב תלמידים בעלי ידע קודם רב
דאונטולוגית (רציונליסטית)	56	76
השלכתית (רציונליסטית)	88	90
רגשית	7	4
אינטואיטיבית	61	28
חרב פיפיות	7	28
לא מוגדר	29	22
סך הכול	248	248

טבלה 3: כמות התשובות על פי מסגרות החשיבה האתיות בעבור תלמידים בעלי ידע קודם רב לעומת תלמידים בעלי ידע קודם מועט

אחד ההבדלים המשמעותיים שהתקבלו בתוצאות היה שתלמידים בעלי ידע קודם מועט נטו להשתמש לעתים קרובות יותר במסגרת חשיבה אינטואיטיבית לעומת תלמידים בעלי ידע קודם רב. לאור זאת אפשר לומר שתלמידים בעלי ידע קודם רב יכולים לנמק את דעתם טוב יותר. כמו כן, תלמידים בעלי ידע



מחקרים מוצאים שלתלמידים בעלי רמה גבוהה של ידע בתחום התוכן יש נטייה חזקה לצדד בביוטכנולוגיה ולציין את תרומתה החיובית

רב יכולים כנראה להבין טוב יותר את מורכבותה של החלטה מוסרית בבואם להכריע בדילמה, כפי שאפשר לראות משכיחותו של הנימוק "חרב פיפיות" בתשובותיהם לעומת תשובותיהם של תלמידים בעלי ידע מועט.

סיכום

על פי תוצאות המחקר, ידע קודם של בני נוער משפיע על גישתם ליישומים ביוטכנולוגיים וכן על מסגרות החשיבה האתית שהם נוטים לאמץ. רמת ידע קודם נמוכה יחסית מתקשרת למסגרות חשיבה אינטואיטיביות, בעוד שרמת ידע גבוהה מתקשרת למסגרות חשיבה רציונליסטיות. לפיכך אפשר לשער שאילו לא קיבלו התלמידים מידע באמצעות מצגות וסרטים לפני תחילת המחקר, היו מתקבלות תשובות רבות יותר המאמצות מסגרות חשיבה אינטואיטיביות או רגשיות.

אמנם המחקר המתואר במאמר לא עסק באיכות הטיעון המוסרי של תלמידים, ואולם בתשובותיהם התקבל על פי רוב נימוק יחיד, ורק לעתים נדירות נרשמו שני נימוקים לטיעון. ממצאים דומים התקבלו בארצות הברית ביחס לתלמידי תיכון בעלי ידע בסיסי בגנטיקה, שהעלו נימוק יחיד או שניים לגישתם לשיבוט ולריפוי גני (Sadler & Flower, 2006). לעומתם, תלמידי מדעים שהיו בעלי ידע רחב יותר בגנטיקה נימקו בהרחבה את גישתם ליישומים אלה. מסיבה זו החוקרים מסלובניה מתכננים לחקור גם סטודנטים למדעים, וזאת על מנת להרחיב את הבנת הקשר בין ידע של תלמידים לבין גישתם המוסרית לנושאים ביוטכנולוגיים.

נושא נוסף למחקר עתידי הוא מיומנות הטיעון ותרומתה, נוסף על ידע קודם, לאיכות ההנמקה של תלמידים. פיתוח מיומנות הטיעון בחטיבה העליונה הוא משימה מורכבת המצריכה זמן ואימון. העובדה שתלמידים בני שבע-עשרה דירגו את הקושי המוסרי להתיר את השימוש ביישומים טכנולוגיים שונים בדומה לאופן שבו דירגו אותו מומחים מראה שיש לתלמידים יכולת לדון בהכרעות מורכבות. לאור זאת, העיסוק בביואתיקה הוא הזדמנות להתנסות בהכרעות חשובות, מתוך מחשבה שלימודי מדעים צריכים בין השאר להכין את אזרחי העתיד לקבל החלטות על חייהם הפרטיים ועל אופייה של החברה שבה הם חיים.

מקורות

Dawson, V., & Taylor, P. (2000). Do adolescents' bioethical decisions differ from those of experts? Journal of Biological Education, 34(4), 184–188.

Jallinoja, P., & Aro, A.R. (2000). Does knowledge make a difference? The association between knowledge about genes and attitudes. Journal of Health Communications, 5, 29–39.

Klop, T., & Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students. International Journal of Science Education, 29(5), 663–679.

Mepham, B. (2005). Bioethics: An introduction for the biosciences. New York: University of Nottingham, Oxford University Press.

Reiss, M. (2008). The use of ethical frameworks by students following a new science course for 16–18 year-olds. Science & Education, 17, 889–902.

Sadler, T.D., & Fowler, S.R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. Science Education, 90(6), 986–1004.

Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. Science Education, 88, 4–27.

Sjoberg, L. (2004). Gene technology in the eyes of the public and experts, Sse/EFIWorking Paper Series in Business Administration No. 2004: 7. Retrieved March 20, 2009, from http://swoba.hhs.se/ hastba/papers/hastba2004_007.pdf.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L., & Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. Science Education, 89, 357–377.

