

למידת מבנה דנ"א באמצעות התחקות אחר תהליך המחקר לגילוי הדנ"א

מגישה: קטי מי טל גמליאל

מנחות: ד"ר גילת בריל ורונית רוזנשיין

אפריל 2012
תוכנית קיסריה,
מכון וייצמן

תוכן עניינים

2	תוכן עניינים
3	מבוא
4	תיאור הפיתוח
4	רציונל
6	תרומת תוכנית וייצמן
6	תרומת ניסיוני כמורה
7	חומרי הלימוד וההוראה
8	רצף ההוראה
9	תיאור הערכת היוזמה
9	כלי הערכה
9	מערך המחקר
9	תוצאות המחקר
15	דיון ומסקנות
17	ביבליוגרפיה
	נספחים:
18	נספח 1: מבדק ידע מקדים
19	נספח 2: מצגת גילוי הדנ"א
19	נספח 3: מצגת המשתתפים במירוץ לגילוי הדנ"א
20	נספח 4 : היסטורית המחקר
21	נספח 5: גילוי חומצות הגרעין
22	נספח 6: משוב מסכם
23	נספח 7: סרט חופשתו של חוליו

מבוא

"וכבר היה רבי טרפון וזקנים מסיבין בעליית בית נתזה בלוד, נשאלה שאלה זו בפניהם 'תלמוד

גדול או מעשה

גדול'?

נענה רבי טרפון ואמר: 'מעשה גדול'

נענה רבי עקיבא ואמר: 'תלמוד גדול'

נענו כולם ואמרו 'גדול תלמוד שמביא לידי מעשה' (קידושין מ')

שאיפת המורה ומערכת החינוך להוביל את התלמידים לידי למידה משמעותית, הולידה גישות הוראה שונות ודרכי למידה רבות ומגוונות. לא מעט גישות וטכניקות הוראה טוענות להצלחה ומובילות ללמידה משמעותית ובתוכן הלמידה האוטנטית, למידת החקר ולמידה סביב תוצר. למרות הדקויות המבדילות ביניהן, הרי טכניקות למידה אלו מתבססות כולן על התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית והופכות את הלומד מסביל לפעיל. למידה אותנטית, היא למידה אשר מתמקדת בעולם האמיתי, העלאת בעיות ופתרונות שלהם תוך שימוש במשחקי תפקידים, פעילויות הבעיה המבוססות מקרה והלמידה נושקת ככל האפשר לעולם המציאות (Lombardi 2007). למידה אותנטית היא גישה פדגוגית המאפשרת לתלמידים לחקור, לדון, במשמעות המושגים ויחסיהם בהקשרים המערבים בעיות בעולם האמיתי ופרויקטים הרלוונטיים ללומד. (Donovan, Bransford, & Pellegrino, 1999) התלמיד שחווה סוג זה של למידה, אשר מכריחה אותו לקחת חלק פעיל בשיעור, מעודדת חשיבה ומעורבות רגשית ומספקת עניין. ילמד בצורה יעילה יותר ויזכור יותר את הנלמד. מטרת ההוראה היום, היא פיתוח הלומד העצמאי, שמסוגל לחשוב, ללמוד, לפתור בעיות אותנטיות המחייבות שימוש בידע קודם בשילוב עם ידע חדש. על פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית (1972 פיאזה), ידע אינו מוצר שניתן להעברה זהו תהליך ארוך של רכישה והבנייה. אך על מנת לדעת כי נוצרה הבנה יש ליצור הזדמנויות חדשות, אשר מצריכות שימוש והפעלה של ידע (סלומון ופרקניס 1991). למידת חקר, שאפשר אף להגדירה כלמידה אותנטית, מספקת מבחן זה של ישום ובניית ידע חדש בהתבסס על ידע קודם. הוראה ולמידת מדע כחקר, מספקת לתלמידים עזרים בחשיבה המדעית ונותנת להם תמונה אמينة ומציאותית על הדרך בה נאסף הידע המדעי היום ובעבר. תמונה זו מפתחת בתלמידים גישה בסיסית למדע (תמיר, 1980). הוראה ולמידה בדרך החקר פותחת בפני התלמידים אפשרויות להתנסות באופן ישיר בעשיית מדע, על כל מורכבותו. בנוסף לכך, למידה בדרך החקר מפתחת בלומדים תכונות כסקרנות, יצירתיות, מקוריות, התמדה,

התנסות בכישלון ודיון בספק. להוראת החקר יש חשיבות בעיצוב דימוי ריאליסטי של המדע בעיניהם של תלמידים כאזרחים לעתיד (Tamir, 1983). הוראת החקר מפתחת את העצמאות האינטלקטואלית של הלומדים. שוואב מחלק את למידת החקר לשלוש רמות תפקודיות שונות (Schwab, 1962). הרמה הבסיסית היא זו שבה מוצגים לתלמידים הוראות הכוללות את ניסוח הבעיה והצגת שיטות העבודה. גישה זו מכונה היום חקר מובנה. ברמה השנייה מוצגת לתלמידים בעיה והם אמורים להציע את שיטת העבודה ולספק את הפתרון לבעיה. רמה זו מקובל לכנות היום כחקר מונחה (Guided Inquiry) בו עוזרים המורים לתלמידים לנהל את חקירתם. ברמה השלישית נשארים כל שלבי החקר פתוחים לתלמידים. רמה זו מקובלת היום כחקר פתוח. בחקר פתוח או חקר מלא (Open or Full Inquiry) מידת עצמאותם של התלמידים היא הגבוהה ביותר. ברם מערכת החינוך הישראלית, הנוכחית, מתקשה לאפשר לתלמידיה לעסוק בחקר פתוח. בעיקר בשל הגבלת משאבים, זמן, ותכני הכרח. כמו כן תלמידים רבים בכל המקצועות, לא רכשו מספיק כלים ומיומנויות שמאפשרות חקר פתוח. אולם למרות קשיים אלו ניתן ליצור תוכניות לימוד אשר מתבססות על חקר, מדמות חקר, או מתחקות אחריו. תוכניות אלו יפתחו את מיומנות החקר של התלמידים ויאפשרו להם למידה טובה יותר. למידה סביב תוצר, אף היא מאפיינת את הלמידה האוטנטית. מחקרים רבים מראים כי העיסוק בבניה ובעיצוב של תוצר מספקים הזדמנויות למידה משמעותית (Edelson, 2002, Schön, 1990). בגישת למידה זו מתבקש הלומד, לבנות תוצר מוחשי שניתן להציגו. לטענת פאפרט (Papert, 1991), זו הדרך הטובה ביותר לתמוך בלמידה. בעקבות עיצוב בניית התוצר המוחשי, תלמידים נעשים מעורבים יותר, חדורי מוטיבציה ובעלי מסוגלות. למידה שבעקבותיה צריכים התלמידים לייצר תוצר כלשהו, מסתמכת על התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית לפיה ידע נבנה על בסיס ידע קודם. בניית התוצר לא תתאפשר ללא הפנמת ידע קודם, ובבניית התוצר עצמה נבנה ידע חדש. למידה סביב תוצר קלה, יותר לביצוע במערכת החינוך, אף כי גם היא נתקלת בלא מעט בעיות מערכתיות. בהתחשב בהשקעה אל מול תועלת ניתן לומר כי למידה אוטנטית שכרה רב מאד, ביצירת הבנה, מוטיבציה, עניין ובהקניית ידע. על כן טוב יהיה, אם מורים יפתחו יותר יחידות לימוד, המתבססות על הרציונל של למידה אוטנטית. ויוכלו להוביל את התלמידים ללמידה משמעותית. מטרת מערך למידה זה הוא ללמד תוכן בהקשר האוטנטי שלו תוך כדי חיקוי תהליך החקר במגבלות הזמן והאמצעים העומדים לרשות המורה והתלמידים כמו כן ליצור אצל התלמיד תפיסה אמיתית ומדויקת יותר של תהליך החקר המדעי גישת ההוראה היא קונסטרוקטיביזם ידע אשר נבנה על ידי קודם ומוביל ליצירת תוצר. התוצר הנבנה (הדגם)- לכול בתוצאות, כמו גם השוואות שנערכו בין תפיסות וידע מוקדמים לבין תפיסות וידע שלושה

חודשים לאחר ביצוע יחידת הלימוד.

תיאור הפיתוח

רציונל

מרבית לימודי הביולוגיה מתבססים על תוצאות חקר מוגמר, כאשר תלמידנו מתבקשים ללמוד את התוכן המוסק ממחקר זה או אחר. דבר זה נעשה הן מפאת קוצר זמן והן מריבוי הנושאים בביולוגיה, ברם ההיסטוריה מאחורי המחקר, העוסקים בחקר והדרך להגעה למסקנה, די זניחים ולא מוזכרים במשך השיעור. בפיתוח מערך למידה זה אבקש להקנות למידת תוכן ומסקנת מחקר, דרך התחקות היסטורית אחר המחקר והחוקרים עצמם. כאשר לאורך כל הלמידה יפעיל התלמיד עמדה שיפוטית, יצבור ידע, יעקוב אחר השתלשלות העניינים ואף יתנסה בעצמו בחלק מרכיבי המחקר. מטרתי העיקרית, היא ליצור מעורבות רגשית אצל התלמיד, לצד סקרנות אינטלקטואלית ובכך להוביל ללמידה משמעותית של ידע, שתוכנו עלול להיות תלוש, קשה ואף משעמם.

התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית בתחום הלמידה מזמנת מיומנות על תחומית והיא כוללת את כל מכלול העשייה, כל אדם מבנה את הידע האישי שלו על ידי הפיכת מידע לידיע דרך התנסות אישית. (פיאזה 1972) טוען כי ידע אינו מוצר שניתן להעביר אותו "מראש לראש" זהו תהליך ארוך של רכישה שבו הלומד בונה לעצמו את מטעני הידע האישיים שלו כתוצאה מכך המוח נבנה ומסתעף יום יום. פיאזה מכנה תהליך זה מבני ידע, מבנים מנטאליים, או מבנים קוגניטיביים, אלה מתהווים על סמך התנסויות אישיות של הלומד והתעסקותו עם גופי ידע. מודל זה של למידה, מאפיין את המחקר המדעי. הידע הנרכש מהווה כר ליצירת ידע חדש. הרעיון לפיו התלמיד יעקוב אחר בניית הידע אצל החוקר ובמקביל יבנה את הידע אצלו. יאפשר לתלמיד הטמעה שלמה יותר של התוכן הנלמד.

לצד זאת, הדרמות, הסיפורים האישיים, המאווים והרצונות של החוקר, שיתוף הפעולה והתחרות בין החוקרים. יאפשרו לתלמיד לחוות את החומר הנלמד, בצורה רגשית, תוך הזדהות עם החוקרים, או סלידה מהם. דבר אשר לדעתי, יעצים את עניין התלמיד בחומר הנלמד. מלבד זאת, התלמיד אף ינסה לשחזר באמצעים העומדים לרשותו, את דרך המחקר של הנושא הנלמד. דבר זה יכול לכלול להתבצע באמצעות תכנון ניסוי, בניית דגם, הגעה למסקנה, חקירה עצמית וכולי, תלוי אחר איזה מחקר מתחקים. כך שבעצם יזמה זו תוכל לסגל לתלמיד מיומנות חקר אמיתית, על שלל, ההצלחות, התסכולים והחשיבה שהם מנת חלקו של כל חוקר באשר הוא.

לשם היוזמה בחרתי להתחקות אחר גילוי מבנה הדנ"א.

מבנה הדנ"א כלול בתוכנית הלימודים, הסיפור שעומד מאחורי גילוי מבנה הדנ"א הוא מרתק במיוחד. אך לדעתי הסיפורים מאחרי כל תגליות המדע ומאחרי רוב המדענים הם כאלה. במידה ואכן ימצא כי דרך הוראה זו של "מסע בזמן" יוצרת הוראה משמעותית יותר, הרי ניתן לפתח יחידות לימוד כאלה למרבית תכני הלמידה בביוולוגיה ואף במדעים נוספים. התוכנית שנבנתה תוליך את הכיתה בבבכי חקר הדנ"א ותעקוב אחר החוקרים ודרך גילויים עד לבניית הדגם המיוחל.

תרומת תוכנית וייצמן

במסגרת לימודי תואר שני במכון וייצמן, נחשפתי לתכנים בהוראת המדעיים, לצד תכני ביוולוגיה עדכניים. בקורסים שונים התנסיתי בפיתוח חומרי הוראה ויחידות לימוד המתבססות על תיאוריות וגישות למידה שונות תוך כדי ליווי צמוד עזרה והכוונה. רכשתי והפעלתי כלי הערכה שונים ונחשפתי לחזית המדע והמחקרים בביוולוגיה ולנושאים ה"חמים" שמעסיקים את חוקרי הוראת המדעים תרמה לכך רבות היכרות מעמיקה עם המאמר המדעי ככלי עבודה וחשיפה למאמרים שונים ואף לדרך בנייתם. ניתן לומר כי התוכנית כולה בנתה וגיבשה אצלי תפיסת הוראה שהובילה לפיתוח יוזמה זו. מנחות הקורס, עזרו לי רבות בגיבוש התוכנית שעברה שינויים רבים עד שהגיעה לתוצר מוגמר זה. כך שהתוכנית שבניתי לבסוף התבררה כנכונה עבורי מסקנה זו התחזקה ביתר בעיקר עקב הקורס של פרופסור אבשלום אליצור, פילוסופיה של המדע, אשר תכניו ואופן העברתו קרובים מאד לחזון שלי, מלאו אותי השראה ותובנות והעניקו לי כלים בבניית התוכנית.

תרומת ניסיוני כמורה

את עיקר ניסיוני כמורה, רכשתי בבית חינוך מיוחד אשר תלמידיו מתאפיינים בבעיות קשב וריכוז לצד לקויות למידה, תלמידים אלו חידדו אצלי את ההבחנה בין עיקר לטפל, בין מעניין למשעמם. ההוראה שסיגלתי לעצמי היא הוראה מערבת, יוצרת תלמיד אקטיבי, שאלית שאלות רבות ליצירת דיאלוג לימודי ושימוש רב ב"סיפורים" פיקנטיים ליצירת עניין. מלבד זאת נבנה אצלי הצורך ברצף הוראה מחושב ומדויק. עיקר חשיבת ההוראה שלי מתמקדת במציאת הרצף הנכון לתלמיד. מה בא לפני מה, איזה נתונים יש להשאיר לסוף, איזה רצף יאפשר לתלמידים למידה כתהליך כך שזכירת התכנים תתרחש ללא מאמץ. ניסיון זה תרם לי רבות בבניית רצף התוכנית שכן סיפור גילוי הדנ"א הוא סיפור סבוך עמוס פרטים, שמערב מדע טהור, לצד סיפורים אישיים יוצאי דופן. חששתי מכך שהדגשים יושמו במקומות שגויים. נראה לי שניסיוני זה הוביל

אותי לפצל את מערך השיעור לשתי מצגות מקבילות שנעות זו לצד זו, כאשר אחת מתמקדת באשיות החוקרים ומרקם היחסים ביניהם מעוטת מלל ומסתמכת על יכולת הסיפורית שלי, והשנייה עוסקת בהתקדמות המחקר עקב לצד אגודל. עוד תרם לי ניסיוני כמורה, בבחירת הנושא, שכן אני מודעת לכך שתלמידים רבים אוחזים בתפיסות כמעט מסטיות של דנ"א תפיסות אלו מושפעות מהתרבות הפופולארית (סרטים, סדרות, קומיקס) וסברתי כי התחקות אחר המחקר הראשוני הנוגע לדנ"א תשנה את תפיסת התלמידים ותתאימה למציאות.

חומרי הלימוד וההוראה

יחידת הפיילוט כוללת מספר עזרי הוראה:

- מבדק מקדים לגילוי ידע תוכני ותפיסות מדע
- שימוש בסרט למען אפיון התקופה
- מצגת הכוללת את תמונות החוקרים ושמותיהם
- מצגת המתחקה אחר תהליך המחקר הגלויים של ווטסון וקריק
- דף רקע היסטורי מלווה מצגת
- בניית דגם
- משוב מסכם

רצף ההוראה

ידע מוקדם: תלמידי כיתה יא הלומדים את נושא הליבה התא, יש צורך בידע מוקדם בסיסי בכימיה הכרת יסודות וקשרים כימיים, הבחנה בין מולקולת חלבון וסוכר והכרה בסיסית של מבנה התא ותפקידיו. ניתן לבצע פעילות זאת אף מוקדם יותר בכיתות נמוכות יותר בהקשר למידת חקר מדעי או תורשה.

הרצף המוצע:

מטרות	תוכן השיעור	מספר שיעורים
לברר ידע מוקדם ותפיסות שיש לתלמידים אודות תהליך החקר והחוקרים.	מבדק מוקדם (נספח 1)	0.5

<p>יצירת אותנטיות וחיבור לתקופה, הבנת הכלים והחוסרים העומדים בפני המדען, הפנמת אמצעי התקשרות ודרך השגת הידע העומדים בשירות המדען.</p>	<p>צפייה בסרט ואפיון התקופה (סרט שחור לבן משנת 1952 שמראה את אורח החיים והטכנולוגיה בשנים אלו). (נספח 7) מן הסרט הוצגו 10 דקות. הדיון על התקופה התקיים בשאר 35 הדקות.</p>	<p>1</p>
<p>המטרה העיקרית של הצגת החוקרים על שלל יחסיהם המורכבים היא פיתוח עניין אישי בנושא הנחקר, והזדהות והיכרות עם עולם המדע והחוקרים. מתוך כך הופך המחקר למעין עלילה סבוכה ומעניינת מטרת מצגת התהליך המחקרי היא להיכנס לנעלי החוקר להעלות מסקנות ושאלות חדשות ולעקוב אחר התקדמות המחקר</p>	<p>מצגת אודות קבוצת החוקרים הכוללת תמונות שמות ותאריכים (נספח 3). מצגת אודות התהליך המחקרי (נספח 2), המצגת היא כרונולוגית ומתארת את כל מהלכי הגילוי של הדנ"א איסוף הידע והבנייתו. את המצגות מלווים דפיי היסטורית מחקר (נספח 4), וגילוי הרכב הדנ"א (נספח 5). מצגת אודות קבוצת החוקרים, מלווה בהרבה סיפורי "פיקנטריה" על אישיות החוקרים היחסיים ביניהם המוטיבציה המניעה אותם וכולי. מצגת תהליך המחקרי כללה עצירות רבות עם כל גילוי, נשאלה השאלה מה משמעותו לחקר? מה יש לעשות בהמשך?</p>	<p>1-3</p>

<p>בניית הדגם מהווה כסיכום לתהליך שהתרחש, חקיינות המדען, מטרתה העיקרית היא ליצור אצל התלמידים הבנה והפנמה של מבנה הדנ"א על פשטותו ומורכבותו.</p>	<p>בניית דגם לתלמידים חולקו חומרים שונים שיסיעו להם בבניית הדגם קדם לכך סיכום הידע הנאסף, ופענוח המבנה.</p>	<p>1-2</p>
<p>לברר האם הוטמע ידע חדש, לברר האם דרך למידה זו חיובית בעיני התלמידים, לבדוק תפיסות לגבי תהליך החקר ומדענים.</p>	<p>דף משוב על מערך הלמידה . המשוב התבצע כשלושה חודשים לאחר יחידת הלימוד(נספח 6)</p>	<p>0.5</p>

תאור הערכת היוזמה

האוכלוסייה הנבדקת

כיתה י'א' המונה 22 תלמידים .

כלי ההערכה

הערכת המערך המוצע התבצעה כהערכה מעורבת. ההערכה הכמותית כוללת את תוצאות המבדק המקדים והמשוב המסכם, הערכה הסתמכה גם על בחינה של הנאמר בשיעורים עצמם וראיונות שהתבצעו עם כמה תלמידים נבחרים כך שהתאפשרה גם הערכה איכותנית של המערך המוצע.

מטרות הערכה

המטרה העיקרית של יחידת לימוד זו היא להקנות ידע תוכני בר קיימא של מבנה הדנ"א. לכן הערכה המחקר תבדוק אם הושגה מטרה זו. בנוסף יבדקו תפיסות תלמידים לגבי מדע וחקר ועמדות תלמידים לגבי דרך למידה זו.

מערך המחקר

המחקר התבצע בשנה"ל תשע"ב בחודשים ינואר אפריל. היקף יחידת ההוראה הוא 5-6 שיעורים בני 45 דקות כל אחד.

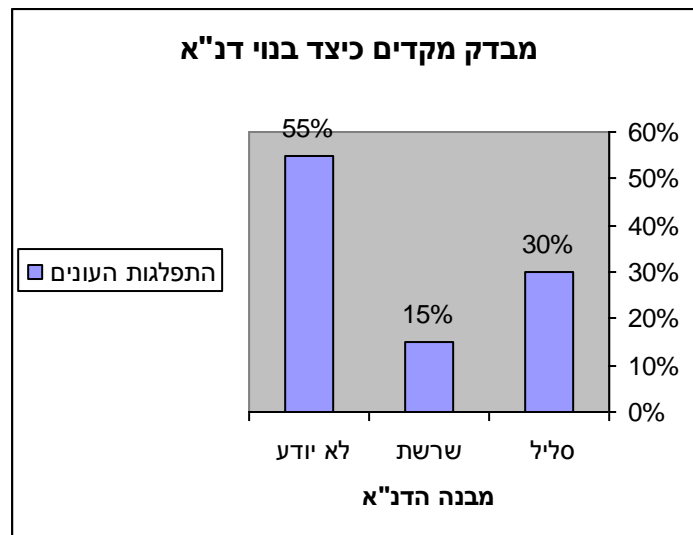
תוצאות המחקר

א. ידע כללי

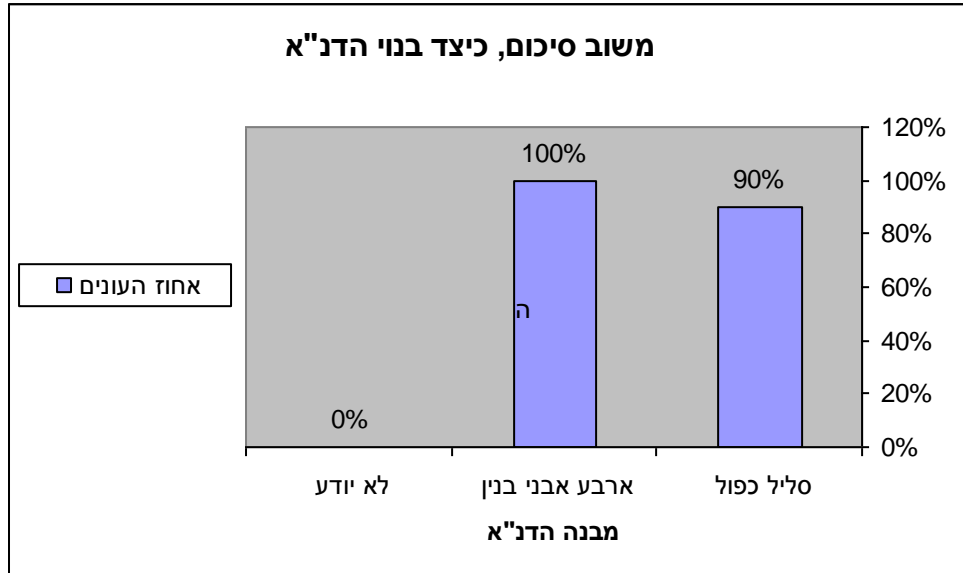
במבדק המקדים אף אחד מהתלמידים לא ידע מה משמעות השם דנ"א ומתי המבנה שלו התגלה.
לעומת זאת, בבדיקת המשוב 16 מתוך 20 תלמידים ציינו את משמעות ראשי התיבות ואת שנת הגילוי .

ב.מבנה הדנ"א

במבדק המקדים: 6 מתוך 20 ציין שמבנה הדנ"א הוא כמו סליל אבל הם לא הבינו את המשמעות: **פ. "סליל כמו בסרטים"** מתוכם שניים ציינו שהוא תלת מימדי 3 מתוך 20 ציינו שהדנ"א הוא כמו שרשרת ארוכה. 11 תלמידים השאירו את השאלה פתוחה.
בבדיקת המשוב: 18 מתוך 20 תלמידים שענו על מבנה הדנ"א ציינו כי הוא דו גדילי המורכב מארבע אבני בניין.
2 מתוך 20 האחרים התייחסו לאבני הבניין ולתכונותיו .



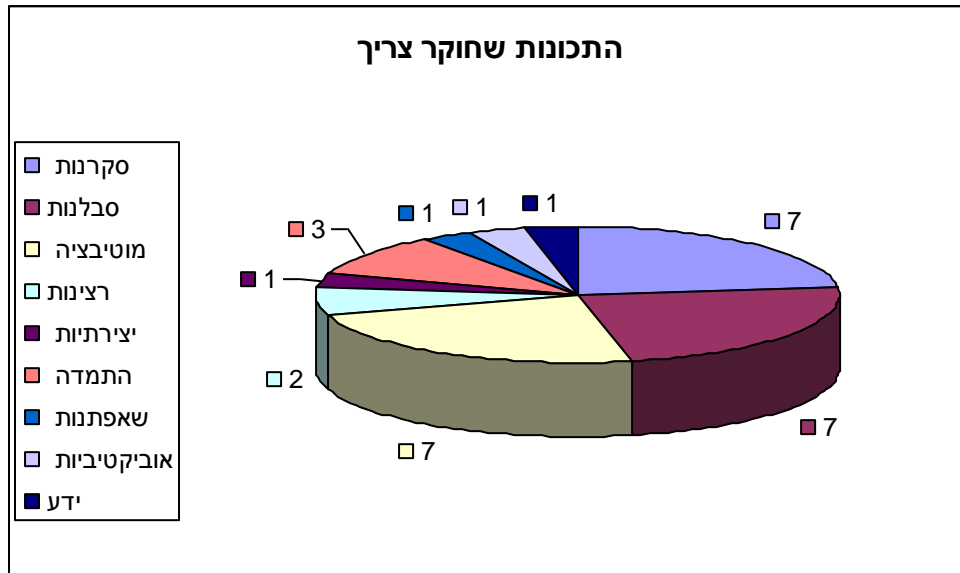
גרף 1: התפלגות התשובה במבחן המקדים לשאלה כיצד בנוי הדנ"א



גרף 2: התפלגות התשובה במשוב המסכם לשאלה כיצד בנוי הדנ"א

ג. תפיסת החוקר והמחקר

במבדק המקדים נשאלה השאלה שנשאלה היא אילו תכונות צריכות להיות לחוקר ברשימת התכונות ניתן למצוא סקרנות, סבלנות, רצון למוטיבציה/שאפתנות, רצינות, יצירתיות, התמדה שאפתנות, אובייקטיביות, ידע.



גרף 3: התכונות הנדרשות לחוקר המספרים מציינים את מספר האזכורים. במשוב ובראיון התבקשו התלמידים להביע דעה על המקצוע מדען והתכונות הנדרשות לו התכונות שהופיעו בשאלה הראשונה שבמבדק המקדים חזרו (בעיקר סבלנות וסקרנות). אך נוספו תפיסות חדשות הם התייחסו למחויבות של המקצוע, לתחרות ולצורך בשיתוף פעולה. כמו כן ניכרת הבנה כי יש צורך בשקיפות מדעית והתבססות על ידע קודם כדי לקדם את המדע.

ד. "כל הזמן מגלים דברים חדשים ואוספים מידע"

ש. "ווטסון וקריק אספו ידע וניתחו אותו"

ניכר כי הם אמונים על השתלשלות הדברים שהובילו לפרס נובל ומפעילים עמדות שיפוטיות ורגשיות כלפי החוקרים והמחקר.

א. "זה היה מרתק כמו סרט"

ש. "איזה מזל שהבן של פאולינג עבד באותה מעבדה של ווטסון וקריק"

ה. "זה לא הוגן מה שעשו לרוזלינד פקרנקלין"

שבעה תלמידים ציינו כי מקצוע החוקר הוא מקצוע קשה מדי ולא נראה להם שהם יעסקו בו.

ד. התחקות אחר המחקר

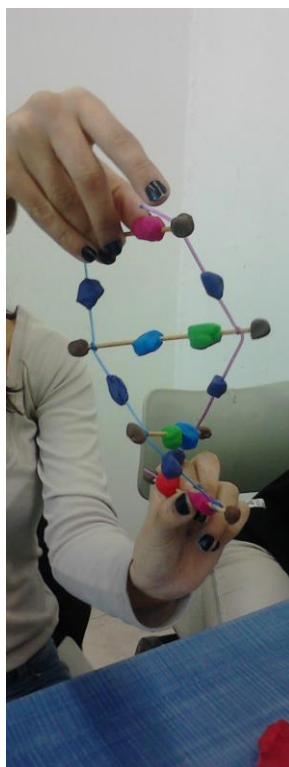
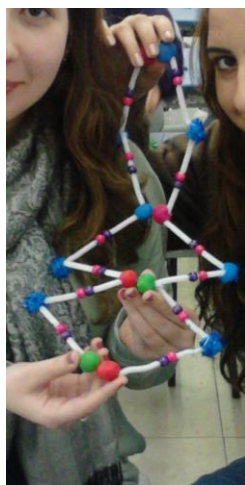
התלמידים גילו מעורבות רבה בשיעור, השאלות שנשאלו זכו לתשובות בכתב ובע"פ תוך כדי חיקוי מושלם של מרבית המסקנות שקיבלו ווטסון וקריק כולל חיזוי צעדי המשך חקר.

התלמידים לא הצליחו לבצע את קפיצת המחשבה של ווטסון לפיה בסליל הכפול של הדנ"א אדנין נמצא מול תימין וגואנין מול ציטוזין אולם ניכרה הבנה של מסקנה זו.

ה. בניית הדגם

כלל התלמידים שהיו בשיעור בנו דגמים של דנ"א. בכול הדגמים התקיים ייצוג של קבוצת הזרחה, הסוכר וארבעה בסיסים נוקליאוטידיים. הדגמים של כולם הכילו סליל כפול. הדגמים נבנו על פי הידע שנבנה במהלך השיעורים שקדמו. הצורך בהתערבות המורה היה מינימאלי.

להלן תמונות של הדגמים שנבנו, ניתן להבחין בבירור בייצוג יחידות המבנה של הדנ"א.



ו.התייחסות התלמידים לבניית הדגם

כלל התלמידים ציינו שבנית הדגם תרמה רבות להבנת מבנה הדנ"א .
18 מתוך העשרים טוענים כי החוויה הייתה מהנה ויוצאת דופן עבורם.
10 מתוך ה-20 טוענים שהידע המצטבר בשיעורים הקודמים הוביל אותם לבניית הדגם .

ש."זה היה ממש כיף ומעניין"

ד."לא יכולתי לבנות את הדגם אם לא הייתי עוקב אחרי ווטסון וקריק "

ר."בעזרת בנית הדגם אני מצליחה לזכור ממה הדנ"א בנוי ואיך הוא נראה"

**ר."החוויה של בנית הדגם הייתה טובה ומעניינת, הגעתי לידע שלי מהשיעורים והמצגות
ולכן הצלחתי ליצור דגם"**

**ש"החוויה זכורה לי כיוון שהיה כיף לבנות את הדגם, השיעור עבר בצורה חוויתית וכיפית
ר..הידע נרכש בשיעורים שלפני אך תוך כדי בניית הדגם הבנתי את החומר טוב יותר
ויותר."**

ז.השלכות בניית הדגם

בראיון שנערך לארבעה תלמידים ביקשתי אותם להסתכל על הדגם שהם בנו ולחשוב כיצד
משתכפל הדנ"א. שלושה מתוך הארבעה פתחו את הדגם והחליטו לבנות גדיל משלים.
במבחן שנערך בכיתה שאלה זו הייתה שאלת בונוס. 15 תלמידים ענו עליה נכונה למרות שלא
לימדתי את הנושא.

ח.התייחסות התלמידים לכלל מערכי השיעור

במשוב ובראיון התבקשו התלמידים לחוות דעה על יחידת הלימוד.
מרבית התלמידים חושבים כי דרך זו של הוראה היא מוצלחת ואפשרה להם להבין היטב את
החומר הנלמד .

**ד."לדעתי זו דרך מאד יצירתית ללימוד כל נושא מכיוון שהיא ממחישה לתלמיד את החומר
בצורה טובה"**

**ש."אני זוכר בעיקר את המצגות וההסברים המובנים שבהם אנו לומדים ומבינים את החומר
הנלמד"**

א."היה ממש מעניין לעקוב אחרי ווטסון וקריק וקצת לנסות לחשוב כמותם"

ר.אני חושבת שזו צורת למידה יותר כיפית ויותר מעניינת הלוואי שכל המורים היו מלמדים

רובם סבורים כי בניית הדגם היא פסגת השיעור והיא זו שאפשרה להם להבין ולהפנים את מבנה הדנ"א .

ד. "בניית הדגם זה מאד טוב מכיוון שאני לא אשכח בזמן הקרוב את מבנה הדנ"א"

ה. "העבודה היצירתית על הדגם שיצרנו עניינה אותי מאד"

ו. "הדבר שזכור לי בעיקר והרשים אותי מאד, בניית הדגם"

חלק מהתלמידים שמחו על הידע הכללי הנוסף שניתן להם בשיעור הרבה מהם הביעו עניין בתהליך הגילוי.

ז. "המורה לא ישר לימדה אותנו את החומר היא לימדה אותנו גם שיהיה לנו ידע כללי והיא

לימדה את זה בכיף ולא בלחץ "

ש. "הכי עניין אותי זה התחרות של כל המדענים למצוא את הדנ"א"

דין ומסקנות

אל יחידת לימוד זו יצאתי מתוך הצורך למצוא דרך ללמד את מבנה הדנ"א בצורה שתאפשר לתלמידים לזכור ולהבין את מבנה הדנ"א ולחדד את תפיסת החקר שלהם. השערתי התבססה על קונסטרוקטיביזם שהבניית הידע האיטית שמתבססת על תהליך החקר של ווטסון וקריק ובניית הדגם בסופה תוביל להבנה וזכירה של הידע המבוקש. (פיאז'ה 1972) כמו כן התעמקות בסיפור האישי מאחרי המחקר ויצירת מעורבות רגשית תפתח בתלמידים תפיסת מחקר וחוקר מציאותית יותר. (תמיר 1980)

מן התוצאות עולה כי דרך הוראה זו, של למידה אותנטית, התחקות אחר החקר ובניית דגם אכן מובילים ללמידה משמעותית.

ניתן לראות כי שלושה חודשים לאחר ביצוע יחידת הלימוד 100% מהתלמידים מסוגלים לתאר את מבנה הדנ"א תוך התייחסות ליחידות המבנה שלו. 80% יודעים את שנת הגילוי ואת משמעות ראשי התיבות.

התלמידים עצמם מעידים כי דרך הוראה זו עזרה להם להבין ולזכור הרבה יותר טוב ובניית הדגם זכורה להם כחוויה מהנה ומלמדת. מה שתומך בתפיסה לפיה בניית תוצר מהווה תמך ללמידה משמעותית (papert 1991).

התלמידים בנו את הדגם כמעט ללא צורך בהתערבות ועזרה בהתבסס על הידע שניתן בשיעורים הקודמים 50% מהתלמידים אף מעידים על כך, דבר זה מעיד כי נוצרה הבנה והפנמה

של הידע תוך כדי השיעורים, כך שעושה רושם שהמטרה הראשית שלי הושגה. בניית הדגם אצל 75% מהתלמידים אף הולידה הבנה כיצד אמור הדנ"א להשתכפל למרות שמעולם לא הזכרתי זאת בכיתה. אולי יש צורך להרחיב את ההשלכות של הדגם וליצור שיעורי המשך מבוססי דגם שמדגימים שיכפול ותעתוק.

יצירת מעורבות רגשית והתחקות אחר החקר: מרבית התלמידים זוכרים זאת כחוויה מעניינת. עדויות מהשיעור ומהמשובים מעידות כי תלמידים לקחו צד, הזדהו וחמלו על רוזלינד פרנקלין לצד הערכה רבה ליכולות של ווטסון וקריק. התלמידים מבינים כי חקר זה תהליך מורכב שכולל איסוף ידע מוקדם בחינתו והסקת מסקנות. התלמידים הקדישו מחשבה למניעים של החוקרים תוך כדי הפעלת שיפוטיות כלפיהם ובמקביל עמדו וחשבו על התקדמות המחקר עצמו. את מרבית השגות המחקר הם השיגו בעצמם, אולם לא הצליחו להשיג את הקפיצה המחשבתית של ווטסון לפייה בסיסי הדנ"א נמצאים זה אל מול זה בהתאמה. יתכן ולא אפשרתי להם מספיק זמן, ואולם נראה לי כי הבנה זו דורשת ידע כימי רב יותר ממה שיש בידם. למרות זאת לאחר שהוצגה מסקנה זו ניכרה הבנה שלה שגם באה לידי ביטוי ביצירת הדגם.

המסקנה העיקרית העולה מן התוצאות היא שדרך זו של הוראה המתבססת על אותנטיות ומפעילה את התלמידים מוסיפה עניין וריגוש לשיעור ומובילה ללמידה משמעותית. כך שמן הראוי לפתח עוד יחידות לימוד כאלו שמגוונות באמצעים, מובילות לתוצר ומתבססות על המציאות.

ביבליוגרפיה

- פיאז'ה ז'. (1972). **תפיסות העולם של הילד**. ספריית פועלים
- גימס.ד.ווטסון. (1968). **הסליל הכפול**. ספרי חמד
- תמיר, פ. (1971) **החקר והוראת הביולוגיה**. בתוך: ריבלין א. (עורך) מתודיקה – עיון בדרכי הוראה (קובץ ג'). הוצאת בית הספר לחינוך, אוניברסיטת תל-אביב.
- עפרת, נ' (2002). **הוראת הביולוגיה בדרך החקר: קשיים, מורכבות, הדגשים ומעורבות המורה: סקירת ספרות**. בתוך: ח' בכר, נ' עפרת ושי' גינסור (עורכים). קשיים בהוראת הביולוגיה: מודעות, מעורבות ואסטרטגיות הוראה - סקירת ספרות מקצועית (עמ' 19-35). ירושלים: המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים
- Donovan, M. S., Bransford, J. D., & Pellegrino, J. W. (Eds.). (1999). **How people learn: Bridging research and practice**. Washington, DC: National Academy Press.
- Schwab, J.J. (1962) **The teaching of science as enquiry**. In: Schwab, J.J., Brandwein, P.F. (eds.) *The Teaching of Science*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Salomon.G.Pekins.D..N,& Globerson,T.(1991).**Partners in cognition: extending human intelligence with intelligence technologies**. Educational researcher.20 (3) ,2-9
- Papert, S. (1991). **Situating constructionism**.In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism*(pp. 1–11). Norwood, NJ: Ablex.
- Marilyn M. Lombardi.(2007).**Authentic Learning for the 21st Century**. Educause Learning initiative(may 2007)

שם _____

שאלון ידע מקדים

האם אתם יודעים מה פירוש השם דנ"א? מה משמעות ראשי התיבות?

מה ידוע לכם על תפקיד הדנ"א?

מה ידוע לכם על מבנה הדנ"א?

היכן ממקום הדנ"א בתא? _____

מה הקשר בין דנ"א לחלבון נסו לתת דוגמא שממחישה סוג כזה של קשר?

מתי אתם חושבים התגלה מבנה הדנ"א? _____

אם הייתם חוקרים את מבנה הדנ"א באיזה כלים הייתם משתמשים ?

אילו תכונות הייתם צריכים לסגל לעצמכם בשביל לחקור משהו ?

כתבו שבעה מושגים הידועים לכם אודות תורשה ודנ"א

כתבו חמישה משפטים המתארים קשר בין המושגים שרשמתם (זוגות שלשות או יותר)

תודה על הקדשת הזמן ועל הרצינות

בברכה קטי מי טל גמליאל

נספח 2 : מצגת מחקר הדנ"א

מצורף בקובץ נפרד
נספח 3 : מצגת המשתתפים במירוץ לגילוי הדנ"א
מצורף בקובץ נפרד

נספח 4:

היסטורית המחקר

1870-יש טבלה מחזורית מדענים מבינים שהכול עשוי מאטומים והם מתחברים אחד עם השני
1912- גילוי מבנה האטום (עכשיו גם מבינים קשרים בין אטומים בעזרת אלקטרונים ומתחילים לגלות
מבנים של מולקולות) מי מתחבר
כעת ניתן לדעת מאיזה אטומים עשוי כל חומר (מולקולה) אבל מה שלא יודעים זה את הצורה המרחבית
שיש למולקולה זאת אומרת איך היא מסתדרת במרחב
ענף הכימיה משגשג חומרים חדשים ממוצאים ונחקרים חומרים קיימים ובעקבות הכימיה מתפתחת גם
הביולוגיה אבל בצעדים קטנים יותר יש לנו פצצת אטום אבל אנחנו לא מבינים איך תא פועל

חקר גרעין התא

1870

בשנות השלושים- ניסוי באצות מוכיח כי _____
בשנות החמישים- ניסוי באמבה מוכיח כי _____

אבל במקביל מתפתח חקר החלבונים הבנה שחלבון הוא מורכב ומבצע את רוב התפקידים בתא יש המון
סוגים של חלבונים הם מולקולות מרתקות
תזכרו ש1921 כבר הצליחו לבודד אינסולין ולטפל בחולי סכרת
החלבונים ריתקו את המדענים אז אם יש בגרעין גם חלבונים וגם דנ"א שזו מולקולה הרבה יותר פשוטה
ויודעים שהגרעין אחראי על תכונות וקיום התא

1944- הניסוי של איברי וחבריו המגלה כי דנ"א קשור בשינוי של חיידיקים (חיידיקים לא אלימים הופכים
לאלימים) את הניסוי המפורט נלמד בשנה הבאה

1951- סמינר בו רוזלינד פרנקלין מציגה את הידע שלה על דנ"א

1951- לינוס פאולינג בונה דגם של שני המבנים העיקריים של מולקולת החלבון (מבנה סלילי ומבנה
מישורי)

1952- הניסוי של הרשי וצ'ייס מוכיח כי

1952- הצילום של רוזלינד פרנקלין נחשף לווטסון וקריק

בסוף 1952 דוח שכתבה רוזלינד פרנקלין מגיע לידיהם של ווטסון וקריק

1952- לינוס פאולינג מתחיל לבנות דגם של דנ"א הדגם שלו מכיל שגיאות

1953- ווטסון וקריק מפענחים את מבנה הדנ"א מפרסמים מאמר ומזכירים רק בסוף את רוזלינד פרנקלין

1958-רוזלנד פרנקלין נפטרה מסרטן החלק שלה בגילוי הדנ"א לא נודע עד

1962 – ווטסון קריק וווילקינס מקבלים פרס נובל על פענוח מולקולת הדנ"א

1970- החלו להבין את תרומתה של רוזלינד פרנקלין לגילו הדנ"א

נספח 5:

גילוי חומצות הגרעין וההרכב הכימי שלהן

פרידריך מישר (1844-1895), ביו-כימאי שוויצרי שהתעניין במבנה התא, ערך אנליזה כימית על תאי הדם הלבנים (לוקוציטים) אותם לקח מתחבושות מלאות מוגלה שסיפקה לו קליניקה כירורגית סמוכה. (כאן אתם צריכים להגיד איכס)

במחקריו הוא שם לב שמלבד החלבונים הממלאים את נוזל התא (הציטופלזמה) ישנו בתא חומר נוסף שאינו חלבון. בטכניקה מיוחדת הוא שחרר את הגרעין התא מתוך התא מבלי לפגוע בו וניתח את מבנהו הכימי. או אז התברר לו שהחומר הכימי שבגרעין שונה באופן מהותי מהחלבון, וכי בשונה מכל חלבון - הוא מכיל כמויות משמעותיות של **זרחן(פוספט)**

את התרכובת המיוחדת הזו המאכלסת את גרעין התא הוא כינה בשם "נוקלאין" ["גרעין"]. בקיץ 1869 הוא אימת את השערתו שתרכובת כימית זו מקורה בגרעיני התאים, וכי היא מופיעה לא רק בתאי דם לבנים אלא בתאים רבים אחרים; תאי שמרים, כליות, כדוריות דם אדומות ורקמות אחרות. תגליתו התפרסמה באביב 1871 לאחר שבוצעו ניסויים נוספים שאיששו את המאמר. בשנים שלאחר מכן הוא המשיך לחקור את גרעין התא בתאי זרע של דגי סלומון, המייצרים כמות גדולה של תאי זרע.

עצרו וחשבו למה דווקא תאי זרע??

. ואכן במחקרו זה הוא גילה שה"נוקלאין" הוא למעשה מולקולה גדולה הבנויה ממספר קבוצות של חומצות, ובשנת 1889 טבע תלמידו, ריכרד אלטמן (; 1852-1900), את המונח "חומצה נוקלאית" (nucleic acid, חומצת גרעין). ההרכב הכימי של חומצות הגרעין היה ידוע ברובו למישר וכן למעבדות אחרות. הן הכילו קבוצת סוכר הנקראת ריבוז (למעשה: דיאוקסיריבוז), קבוצת פוספט זרחן ובסיס המורכב מחנקן. כבר במאה התשע עשרה היה ידוע כי הבסיסים החנקניים של ה-DNA מורכבים מארבעה סוגים -אדנין, גואנין, ציטוזין ותימין.

נחזור למצגת

שם _____

דף משוב על מערך השיעורים של הדנ"א

אודה לכם אם תענו ברצינות

1) מה זכור לך בעיקר מהשיעורים\מה הרשים אותך?

2) מה ידוע לך על המבנה של הדנ"א ועל תכונותיו?

3) בניית הדגם!

מה החוויה הזכורה לך? איך הגעת לידע שלך בבניית הדגם? במה הועילה לך בניית הדגם?

4) בכמה הדגם שלך דומה לדגם האמיתי? מה לדעתך חסר בו?

5) מה אתלאתה חושב כיום על המקצוע מדען\חוקר? איזה תכונות חוקר צריך?

6) כיצד לדעתכם היה המורה יכול לשפר את מערכי השיעור?

7) מה פירוש ראשי התיבות דנ"א _____

8) מתי התגלה הדנ"א _____

9) מה הכי עניין אותך במחקר על הדנ"א _____

10) חווה דעתך בצורה כללילת על דרך הוראה זו מה מיוחד בה? מה טוב? מה לא מוצלח?

נספח 7: סרט חופשתו של חוליו מצורף בדיסק נפרד