

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף המפמ"רים
הפיקוח על הוראת מוט"ב

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

לימודי מדע וטכנולוגיה בחברה

מוט"ב

לחטיבה העליונה

חטיבה עליונה ממלכתי וממלכתי-דתי

מרץ 2011
אדר ב' תשע"א

תכנית הלימודים למקצוע מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב) הוכנה על ידי ועדת התכנית שמונתה מטעם האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים.

התוכנית אושרה על ידי:

ועדת המקצוע, ויו"ר הועדה פרופ' יכין כהן, דיקן הפקולטה להנדסה כימית הטכניון, חיפה

יו"ר המזכירות הפדגוגית, ד"ר צבי צמרת

חברי הוועדה הם:

פרופ' אבי הופשטיין	ראש קבוצת כימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות – יו"ר הוועדה
גב' אורה כהנא	מפקחת תחום מוט"ב, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך, ירושלים - מרכזת הוועדה (עד אוגוסט 2009)
ד"ר רקפת דנאי	מרכזת תחום מוט"ב, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך, ירושלים - מרכזת הוועדה (מספטמבר 2009)
גב' ענת אסולין	מדריכת מוט"ב ומורה, אולפנית אורט אמונה, טבריה
ד"ר אסתר בגנו	ראש המרכז הארצי למורי הפיזיקה, מכון ויצמן למדע, רחובות
מר מונזר זבאנה	מנהל בי"ס ומורה לכימיה, ביה"ס האורתודוכסי, רמלה
גב' ענת חפיף	מורה למוט"ב
פרופ' טלי טל	מרכזת תחום מדעי הסביבה ולמידה חוץ-כיתתית, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה
ד"ר מיכל נחשון	מפקחת מרכזת על הוראת מוט"ב, משרד החינוך, ירושלים
ד"ר נטע עורבי	מרכז אשכול מדעים, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך, ירושלים

קראו והעירו:

ד"ר צופיה יועד, מ"מ מנהלת האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

גב' רונית פרץ, מורה ומדריכת מוט"ב

מר יורם אורעד, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

ד"ר רחל טסה, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

ד"ר אמירה רום, החוג לחינוך ולפסיכולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה

ד"ר יעל שוורץ, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות

עריכת הלשון: בלהה נחמן

תוכן העניינים

חלק א'

5	1. מבוא
6	2. התפיסה הרעיונית של התכנית
7	3. אוכלוסיית היעד של התכנית
7	4. מטרת ההוראה
9	4.1 מטרת בתחום ידע תוכן
9	4.2 מטרת בתחום מיומנויות חשיבה
12	4.3 מטרת בתחום עמדות וערכים
12	5. הדגשים ושיטות בהוראת התכנית
12	5.1 הוראה סביב רעיונות מדעיים מרכזיים
13	5.2 הוראה בינתחומית
13	5.3 הוראת רעיונות מדעיים בהקשרים רלוונטיים
14	5.4 הבנה של מהות המדע
14	5.5 הוראה המשלבת מיומנויות חשיבה עם תכנים מדעיים
15	5.6 מטה-קוגניציה ככלי למידה משמעותי
17	6. דרכי הוראה וסביבות למידה
18	6.1 למידה בדרך החקר
18	6.2 למידה במעבדה - העולם כולו כמעבדה
19	6.3 הסיור הלימודי
20	6.4 למידה שיתופית
20	7. דרכי הערכה
21	7.1 הערכה של יחידות הלימוד במוט"ב
21	7.1.1 מבחן הישגים
21	7.1.2 תלקיט (תיק עבודות)
22	7.1.3 עבודה עיונית
23	8. מבנה התכנית

חלק ב'

9. מפרט התכנים 28

29..... 9.1 אנרגיה

32..... 9.2 כוחות ותנועה

34..... 9.3 קרינה

37..... 9.4 חומרים

40..... 9.5 תורשה

43..... 9.6 אבולוציה

46..... 9.7 אקולוגיה

49..... 9.8 בריאות

נספח

52..... קווים מנחים לפיתוח חומרי למידה (מבניות)

חלק א'

1. מבוא

בעקבות המלצות דו"ח הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי (דו"ח הררי, "מחר 98", 1992), הוחלט על פיתוח מקצוע לימודים חדש - "מדע וטכנולוגיה בחברה" (מוט"ב).

מקצוע הלימודים "מדע וטכנולוגיה בחברה" (מוט"ב) מתווסף לתכנית לימודי החובה של כל הלומדים בחטה"ע, ש"אינם מתמחים במדעים או במקצועות טכנולוגיים-הנדסיים". החלת חובה זו על התלמידים בחטה"ע עונה להמלצה א/8: "הוועדה ממליצה על הנהגת מקצוע חובה חדש בחטיבות העליונות: "מדע וטכנולוגיה בחברה מודרנית". מדובר במקצוע שיילמד בכל בתי הספר בנתיבים העיוניים והטכנולוגיים והמיועד לתלמידים שאינם מתכוונים להמשיך לימודים בכיוון מדעי-טכנולוגי." ("מחר 98", עמ' 36) ובהמשך כתוב:

"בחטיבה העליונה רוב התלמידים אינם מתמחים במקצועות מדעיים - עבורם סבורה הוועדה כי יש צורך בבניית מקצוע חדש - מדע וטכנולוגיה בחברה המודרנית. מקצוע זה ייבנה מודולרית ותפקידו להקנות את ההשכלה הראויה לאותם צעירים שאינם מתכוונים להתמחות בעתיד במקצוע מדעי. עיקרו של מקצוע זה איננו בהיקף החומר הכלול ובכיסוי פרקי המדע והטכנולוגיה כולם דווקא, כי אם בלימוד מהנה שיש בו משום הקניית כלים והרגלי חשיבה מדעיים-טכנולוגיים". (שם, עמ' 20)

כדי להגדיר את תכנית הלימודים למקצוע זה ואת הקווים המנחים לפיתוח חומרי הוראה ולמידה, מונתה בשנת 1996 ועדת תכנית שהגדירה תכנית מסגרת למקצוע החדש, קבעה קריטריונים לפיתוח חומרי למידה מתאימים ומודל להכשרת מורים להוראת המקצוע. בשנת 1998 פורסם על ידי האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים המסמך "מסגרת לתכנית הלימודים מוט"ב לחטיבה העליונה" והחלה הפעלת התכנית בכל רחבי הארץ.

בשנים 2004-2005, לאחר כמה שנים שבהן הופעלה התכנית, נערך מחקר הערכה על ידי האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים באמצעות מכון סאלד, לקראת עדכון תכנית הלימודים במוט"ב. במחקר נבדקו ההיקף והאופי של השימוש במסמך ה"מסגרת לתכנית לימודים מוט"ב לחטיבה העליונה"; הפעלת התכנית "הלכה למעשה" בהדגשת הפערים בין המצוי לרצוי; קשיים בהפעלת התכנית ועמדות מנהלים, מורים ותלמידים בנושאים הקשורים למקצוע מוט"ב. הממצאים העיקריים שהתקבלו במחקר היו:

- רוב מטרות התכנית בתחומי התוכן ומיומנויות החשיבה מושגות.
- לא כל הנושאים שעבורם פותחו חומרי למידה נלמדים. הסיבות העיקריות לכך הן חופש הבחירה הניתן למורים לבחור את נושאי הלימוד לתלמידיהם ואי התאמה של חלק מהנושאים לאוכלוסיית התלמידים.

- הקשיים העיקריים בהפעלת התכנית: הרכבה של אוכלוסיית התלמידים, שמרביתם בעלי הישגים נמוכים יחסית במכלול רחב של מקצועות הלימוד, והעומס המוטל על המורה בהוראת מקצוע בינתחומי כדוגמת מוט"ב.
- היבטים בתכנית שראוי לשמר או לשפר: לשמר את עקרון הבחירה, להגדיר את ליבת המקצוע מבחינת נושאי החובה והמיומנויות הנדרשות, לצמצם את ההיקף הנדרש בנושאים מסוימים ולהוסיף נושאים הרלוונטיים לעתידם של התלמידים.

בשנת 2006 התמנתה מטעם האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים ועדה לעדכון תכנית הלימודים. הוועדה בראשותו של פרופ' ג'וני גרשוני פיתחה מסמכי תשתית בתחומי התוכן והמיומנויות, שהתבססו על תוצאות המחקר ועל ניסיונם של מדריכים ומורים שצברו ניסיון בהוראת המקצוע. הוועדה הפסיקה את עבודה לאחר שנתיים מסיבות מינהליות ובאפריל 2008 מונתה ועדה בראשותו של פרופ' אבי הופשטיין שהמשיכה את פיתוח התכנית והביאה אותה לידי גמר.

2. התפיסה הרעיונית של התכנית

מוט"ב הנו מקצוע מדעי המעוגן בנושאים מדעיים מתחומי הפיזיקה, הכימיה והביולוגיה. תכנית הלימודים במוט"ב מתבססת על הידע המדעי-טכנולוגי הקודם של הלומדים, ידע שנרכש בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים, בהתאם לידיע שהוגדר כחובה בתכניות לימודים אלו. תלמידי מוט"ב ילמדו נושאים ותכנים שלמדו בשנות לימוד קודמות, תוך כדי העמקה ומנקודות מבט שונות התואמות את התפיסה הרעיונית של המקצוע ואת גיל התלמידים.

תכנית הלימודים במוט"ב כוללת נושאים מתחומי הדעת המדעיים השונים המשלבים מיומנויות חשיבה. נבחרו נושאים המדגישים את האופי הבינתחומי של המדע, על ידי הצגת קשרים בין תחומיים (מדע, טכנולוגיה וחברה), שהם בעלי זיקה משמעותית לחיי הלומד ולחיי החברה שבה הוא חי. מטרת העל של תכנית מוט"ב היא להקנות **אוריינות מדעית** לכלל התלמידים.

תכנית הלימודים במוט"ב היא תכנית המיועדת לתלמידי החטיבה העליונה, שאינם מתמחים במדעים. התכנית מתאימה לתלמידים הלומדים בהיקף של 1 יח"ל, 2 יח"ל ו-3 יח"ל.

לימודי המדעים בבית הספר נועדו לעצב את דמותם של אזרחי העתיד, כך שיהיו מסוגלים לצרוך מידע מדעי טכנולוגי באופן מושכל ולהתמודד עם עולם המושפע יותר ויותר ממדע ומטכנולוגיה. לכן צריכים להילמד על ידי כל התלמידים מדע וטכנולוגיה ולא להיות נחלתם של מעטים. על לימודי המדע בבית הספר לשקף את המסורת האינטלקטואלית והתרבותית, שמאפיינת את התפתחות המדע. גם היום חוסנה של חברה תלוי בערכי רוח ומוסר, במנהיגות ובחריצות ובכל אותן תכונות ודפוסי התנהגות שהיו תמיד בראש סולם הערכים התרבותי. ואולם בצד כל אלה גדל משקלם של הידע המדעי, של החשיבה המדעית ושל היכולת להיעזר ולהשתמש בהישגי המדע והטכנולוגיה בכל תחומי החיים – בתעשייה, בבריאות, בחקלאות, בתקשורת, בחינוך ובביטחון. לימודי מדע הנם חלק

אינטגרלי וחשוב בהשכלה הכללית של כל לומד. תפקוד הולם בעולם של המאה ה-21 מחייב רמה בסיסית של אוריינות מדעית, כלומר הכרה והבנה של שפה, מושגים, עקרונות ודרכי חשיבה מדעיים. הציפייה היא, שמדע יהיה חלק מתרבותם של תלמידים בוגרי מוט"ב, שיהיו להם הידע, היכולת והרצון לזהות ולהבין סוגיות שיש בהן מרכיב מדעי, ובמידת הצורך ייקחו חלק בהכרעה בסוגיות אלה. התכנית היא **בינתחומית** ומדגישה את הקשרים ואת ההשפעות ההדדיות הקיימים בין המדע, הטכנולוגיה והסביבה בחברה המודרנית ומכאן נגזר שמה - מוט"ב (מדע וטכנולוגיה בחברה). התכנית חושפת את התלמידים לתכנים מדעיים וטכנולוגיים, ומציגה את המדע בהקשר הסביבתי והחברתי. נושאי הלימוד בתכנית קשורים לתגליות מדעיות חשובות, הם בעלי השלכות טכנולוגיות והם רלוונטיים ללומדים ולחברה שבה הם חיים.

בנוסף לרכישת ידע מדעי, התכנית רואה חשיבות ברכישת ידע **על** מדע, ידע התורם להבנת **מהות המדע**. התכנית מעודדת את הבנת האופן שבו נבנה ומתפתח הידע המדעי המתבסס על החקירה המדעית.

התכנית משלבת **הקניית מיומנויות** של חשיבה ולמידה תוך כדי למידת תוכני הלימוד. חשוב מאוד להקנות לתלמידים מיומנויות חשיבה, שיאפשרו להם לרכוש במהלך חייהם ידע חדש תוך הפעלת שיקול דעת, יצירתיות וביקורתיות. היכולות הנרכשות יסייעו לבוגרים בעתיד לתפקד טוב יותר בעולם המשתנה ולקבל החלטות שקולות.

דרכי ההערכה במוט"ב משקפות את דרכי ההוראה והן כוללות שני מרכיבים שבכל אחד מהם מודגשים היבטים ייחודיים.

המרכיב הראשון הוא מבחן הישגים, הבודק ידע תוכן והבנתו לצד יכולת היישום של המיומנויות שנלמדו;

המרכיב השני הוא תלקיט (פורטפוליו) שמכילים התלמידים, המשקף את הראיות למידת השגתם את מטרות התכנית וגם את הראיות על תהליכי הלמידה וההבנה שלהם במהלך הלימוד.

3. אוכלוסיית היעד של התכנית

תכנית הלימודים במוט"ב מיועדת לכל תלמידי החטיבה העליונה שאינם בוחרים להתמחות במקצועות המדעיים, בכל המגזרים. התכנית מאפשרת לימוד בשלוש רמות: 1 יח"ל, 2 יח"ל ורמה מורחבת בהיקף של 3 יח"ל.

4. מטרות ההוראה

מטרות ההוראה והיעדים הנגזרים מהן משקפים את מאפייני המקצוע. מטרת העל של תכנית הלימודים במוט"ב היא להקנות אוריינות מדעית לכלל התלמידים. להשגת מטרה זו תכנית הלימודים מגדירה מטרות הוראה ב- 3 תחומים:

- ידע תוכן: ידע במדע והבנת מהות המדע
- מיומנויות חשיבה
- עמדות וערכים

4.1 מטרות בתחום ידע תוכן

הבנה של מושגים, עקרונות ורעיונות מרכזיים בתחומי המדע והבנה של מהות המדע והדרך שבה מתפתח הידע המדעי. הבנות אלה חשובות לקבלת החלטות שקולות בתחומי החיים הן של היחיד והן של החברה שאליה הוא משתייך. מטרות ויעדים בתחום ידע תוכן מוצגים בטבלה 1 להלן.

טבלה 1: מטרות והנחיות למורה

מטרות	הנחיות למורה
1. פיתוח ידע והבנה של רעיונות מדעיים מרכזיים בנושאים נבחרים בתחום המדע והטכנולוגיה	<ul style="list-style-type: none">ללמד רעיונות מדעיים בנושאים מתוך תכנית הלימודים, החשובים להשכלתו של כל אזרח
2. פיתוח ידע והבנה של קשרים בין המדעים	<ul style="list-style-type: none">ללמד נושאים המדגישים את האופי הבינתחומי של המדעללמד עקרונות המשותפים למדעים השונים
3. פיתוח ידע והבנה של קשרים בין מדע, טכנולוגיה וחברה	<ul style="list-style-type: none">ללמד נושאים המדגימים את התועלת ואת הסיכון בשימוש בידע מדעי וטכנולוגיללמד נושאים המדגימים כיצד התקדמה הטכנולוגיה על בסיס ידע מדעי וכיצד התקדם הידע המדעי בזכות פיתוח טכנולוגיותללמד נושאים המראים את ההשפעה של המדע והטכנולוגיה על הפרט והחברה ואת השפעת הפרט והחברה על ההתפתחות המדעית-טכנולוגית
4. פיתוח סקרנות ומעורבות בנושאים מדעיים וטכנולוגיים ובדילמות הנוגעות לחיי יומיום, ובמיוחד בנושאים העומדים על סדר היום הציבורי ו/או הנוגעים לחיי הפרט ולסביבתו	<ul style="list-style-type: none">ללמד נושאים הנוגעים לחיי התלמידים ולסביבתםללמד נושאים המעוררים דיון ציבורי (כגון דיון פוליטי, כלכלי, מוסרי)ללמד בדרך מעוררת עניין וסקרנות באמצעות דרכי הוראה מגוונות, בסביבות שונות, לדוגמה: למידה בדרך החקר, השתתפות בספורים, מפגש עם מדענים, צפייה בסרטים, דיוניםללמד באמצעות כתבות בעיתונים ובטלוויזיה, כתבות שעוסקות באירועים עדכניים המתרחשים בארץ ובעולם
5. הבנת מהות המדע והאופן שבו נבנה ומתפתח ידע מדעי	<ul style="list-style-type: none">ללמד שלבים של מחקרים שהובילו לפיתוח תאוריות מדעיותללמד כיצד תאוריות מדעיות נבנות, מתבססות או מופרכות ועל מקומן של שיטתיות, אקראיות ושגיאות בהתפתחות המדעללמד מהות של חקר מדעי העשוי לתמוך בצריכת מידע מדעי באופן מושכל וביקורתי
6. פיתוח מודעות להיבטים אתיים במדע, במחקר וביישומו.	<ul style="list-style-type: none">ללמד על חשיבות שמירת הקודים האתיים במחקר המדעי וביישומו של הידע המדעי לצורכי האדם

4.2 מטרות בתחום מיומנויות חשיבה

תכנית הלימודים במוט"ב מדגישה את חשיבות השליטה במיומנויות חשיבה, שיכשירו את אזרחי העתיד להתמודד עם עולם המושפע יותר ויותר מהתפתחות הידע המדעי והטכנולוגי ויאפשרו ללומדים להיות לומדים עצמאיים, פותרים בעיות, יצירתיים ובעלי יכולת להשתמש בתוכן מדעי בהקשרים יום יומיים.

בהפעלת המיומנויות יש התייחסות להנחות הבסיס האלה:

- המיומנויות יילמדו כשהן משולבות בתכנים
 - המיומנויות יילמדו בצורה מפורשת
 - המיומנויות יתורגלו בתחומי תוכן מגוונים לשם העברה ויישום בתחומים חדשים
- הפעלתן של מיומנויות חשיבה אינה מתחוללת בחלל ריק ודורשת בסיס של ידע, לכן מיומנויות החשיבה נלמדות ומתורגלות במשולב עם תוכני הלימוד. יש חשיבות רבה ללימוד באופן ספירלי בהקשרים מגוונים, תוך הגברה הדרגתית של מורכבות המיומנות והעצמת רכישה. הפעלת המיומנויות תתבצע ביחידים ובעבודת צוות. חשוב להתייחס בצורה מודעת ומפורשת למיומנויות החשיבה **ולמטה-קוגניציה** (חשיבה על חשיבה) כחלק אינטגרלי של תהליכי ההוראה והלמידה. הבאת התלמידים לשימוש מודע במיומנויות חשיבה בעת לימוד תוכן מסוים היא אבן יסוד בתהליך ההוראה והלמידה. הוראה המפתחת חשיבה תורמת להבניית הידע של התלמידים ומסייעת לתלמידים לעבור מלמידה המעודדת שינון וזכירה ללמידה התורמת להבניה של הידע בדרכים שיש להן משמעות. ידע שנלמד בדרכים המעודדות חשיבה הופך לידיע מקושר המהווה בסיס להמשך למידה משמעותית. ידע שנלמד באופן זה, יישמר בצורה טובה יותר לאורך זמן ויהפוך לשימושי בהקשרים רבים, גם מעבר להקשר שבו הוא נלמד.
- מיומנויות החשיבה מיונו לחמש קבוצות על פי תהליכי הלמידה, ובכל תהליך למידה פורטו מיומנויות החשיבה הנדרשות לביצועו.

4.2.1 טיפול במידע (מידענות)

- איתור, בחירה והערכה של מידע
 - גיבוש רשימה של מושגים ומילות מפתח (גלויות וסמויות) המכוונים למידע הנדרש לצורך התמודדות עם שאלה/בעיה/סוגיה
 - איתור ואיסוף מידע רלוונטי
 - הכרת שיטות לארגון מידע
 - זיהוי מקור המידע ורישומו
 - זיהוי סוגים שונים של תוכן, כגון מאמר מדעי, ידיעה עיתונאית, דו"ח, פרסומת
 - זיהוי רעיונות מרכזיים ויכולת להבחין בין עיקר לטפל

- הערכת המידע: (א) רלוונטיות לנושא; (ב) תקפות (לפי קריטריונים, כגון עדכניות, אמינות המקור, אובייקטיביות); (ג) עקביות - הצלבת מידע בתוך המקור ועם מקורות אחרים.

- עיבוד מידע

- הפקת מידע המוצג בדרכים שונות, כגון טקסט, טבלאות, גרפים, תרשימים, מודלים, תרשימי זרימה, מפות מושגים
- ייצוג מידע באמצעים שונים, כמו טבלאות, גרפים, מפות מושגים
- מיזוג מידע: מיזוג בין רעיונות מרכזיים ופרטי מידע חשובים, ממקור מידע אחד או מקורות מרובים, כדי ליצור ידע חדש.

- הצגת ידע

- תכנון התכנים והמרכיבים הוויזואליים שיוצגו
- הצגת ידע תוך שימוש בדרכים שונות מותאמות למטרת ההצגה.

4.2.2 ניתוח ביקורתי

- השוואה

- הבנת מטרת ההשוואה והאופן שבו ההשוואה משרתת את המטרה
- זיהוי נקודות דמיון ושוני בין הגורמים המשווים (מיון)
- ייצור תבחינים (קריטריונים) להשוואה
- שימוש בתבחינים לצורך השוואה
- ארגון המידע המשווה בעזרת התבחינים (בטבלה או בדרך מתאימה אחרת)
- הסקת מסקנות וייצור הכללות.

- זיהוי רכיבים וקשרים במידע

- זיהוי רעיון מרכזי
- הבחנה בין עובדה, דעה ופרשנות
- הבחנה בין עיקר לטפל
- קישור סיבה לתוצאה
- הבחנה בין ממצאים למסקנות.

4.2.3 שיח טיעוני

- הצגת טיעון

- הבחנה בין טענה לטיעון
- ניסוח טענה
- ניסוח נימוקים לטענה תוך שימוש בממצאים, בראיות ובהסברים
- הצגת טיעוני נגד לטענות הצד השני
- הפרכת טיעוני נגד

- בחינה והערכה של נימוקים לטענות על פי נתונים, עובדות, הסברים, דוגמאות, השוואות

- העלאת ספקות, הצעת הסברים חלופיים, ניסיון ליישב סתירות.

4.2.4 חקר

- שאילת שאלות
 - ניסוח שאלות רלוונטיות לסוגיה או לתופעה המזמנת חקר
- זיהוי השערות
 - זיהוי השערה המהווה תשובה אפשרית לשאלה/בעיה או מתן הסבר אפשרי לתופעה
- בידוד משתנים
 - זיהוי הגורמים העשויים להשפיע על התופעה הנבדקת
 - זיהוי התנאים הקבועים לגבי שאר הגורמים
- איסוף ממצאים ועיבודם
 - ביצוע ניסוי, תצפית או סקר
 - ארגון הממצאים בטבלאות, גרפים ותרשימים
 - עיבוד הממצאים (חישובים כגון סכום, ממוצע, אחוזים)
- הסקת מסקנות
 - הבחנה בין ממצא לבין מסקנה
 - גיבוש מסקנה המבוססת על נתונים
 - בחינת תוקף המסקנה וביסוסה על הממצאים או על המידע.

4.2.5 פתרון בעיות

- הגדרת הבעיה
 - פירוק בעיה מורכבת לבעיות משנה
- הצעת פתרונות אפשריים
 - העלאת מגוון רחב של רעיונות לפתרון
 - הערכת הפתרונות המוצעים על פי קריטריונים
 - בחירת הפתרון המועדף ונימוק הבחירה

4.3 מטרות בתחום עמדות וערכים

תכנית הלימודים מדגישה טיפוח עמדות ביחס למדע וטכנולוגיה ומודעות להיבטים ערכיים הקשורים לתהליכי התפתחות הידע המדעי-טכנולוגי והשפעתו על החברה והסביבה.

1. פיתוח עמדות חיוביות והערכה כלפי המדע והעיסוק בו.
2. פיתוח התעניינות והנעה בלימוד מדעים. פיתוח סקרנות ועניין בסוגיות ובנושאים מדעיים, במיוחד כאלה העומדים על סדר היום הציבורי והנוגעים לחיי הפרט ולסביבתו.
3. פיתוח מודעות לסוגיות אתיות והפעלת שיקול דעת בטיפול בקונפליקטים אפשריים המתעוררים בחברה עם התפתחות המדע והטכנולוגיה.
4. פיתוח הבנה ומודעות לאחריות האדם לסביבה ולמשאביה בימינו ולמען הדורות הבאים.

5. הדגשים ושיטות בהוראת התכנית

5.1 הוראה סביב רעיונות מדעיים מרכזיים

ההוראה במוט"ב מתמקדת סביב רעיונות מדעיים מרכזיים. הוראה ממוקדת ברעיון מדגישה את העיקר והופכת את הלמידה למשמעותית יותר. מחקרים שונים מראים שלתלמידים רבים יש קשיים בהבנת רעיונות מדעיים בסיסיים. הם יודעים לתאר תופעות ולהסביר מושגים רבים שנלמדו, אולם הידע שלהם מורכב פעמים רבות מפיסות ידע שאינן קשורות זו לזו. למידה משמעותית מחזקת את הצורך בהתמקדות בהבניה של רעיונות מרכזיים ופחות בהגדרה ובשינון של מונחים ומושגים. התמקדות ברעיונות מרכזיים מנחה את מפתחי חומרי הלמידה, את המעריכים, את המורים ואת התלמידים להתמקד בעיקר ולא בפרטים שאינם רלוונטיים. להלן כמה המלצות לעקרונות מנחים להוראה לקראת למידה משמעותית של רעיונות מדעיים:

1. לימוד של הרעיונות המדעיים בהוראה מפורשת המציגה בפני התלמידים מהו רעיון מדעי ומה היא המטרה של למידת רעיון מדעי.
2. בדיקה של ידע קודם של התלמידים כדי לחשוף תפיסות נאיביות.
3. יצירת קונפליקטים קוגניטיביים מתוך לימוד נושא וניסיונות להתמודד עמם.
4. הצגת הרעיונות המדעיים בהדגשת רצף הגיוני וקשרים בין רכיבים של אותו רעיון ושל קשרים בין רעיונות.
5. ליווי הוראת רעיון מדעי בעזרת היכרות עם מגוון של תופעות וייצוגים שבהן הרעיון בא לידי ביטוי.
6. הערכה בתהליך הלמידה בעזרת מטלות מגוונות הבודקות ביצועי הבנה לרעיונות המדעיים. תכנית הלימודים מציגה בכל אחד מנושאי התכנית רעיונות מדעיים מרכזיים. הרעיונות נבחרו לפי תרומתם לטיפוח אוריינות מדעית בקרב התלמידים. בבחירת הרעיונות המרכזיים נשקלה גם מידת הקישור של כל רעיון לרעיונות מרכזיים אחרים בתכנית הלימודים. רשימת הרעיונות המרכזיים נמצאת במפרט התכנים בעמודים 28-51

5.2 הוראה בינתחומית

תכנית מוט"ב היא תכנית בינתחומית, המדגישה את הקשר בין המדעים השונים. נושאי התכנית הם נושאים המציגים את האופי הבינתחומי של המדע, והתכנים נלמדים באמצעות שילוב ידע מכמה תחומים מדעיים.

הוראה בינתחומית אינה מדגישה את מבנה הדעת של תחום מדעי מסוים, ואינה מבוססת על היררכיית הידע המסורתית על פי תחומי הדעת השונים, אלא מתרכזת בהקשר (context) מסוים וטווה סביבו את מהלך ההוראה. על הקשרים בהוראת מוט"ב ראו בהמשך.

5.3 הוראת רעיונות מדעיים בהקשרים רלוונטיים

למידה משמעותית מתרחשת כאשר המושגים והרעיונות המדעיים נלמדים בהקשרים הקרובים ומוכרים ללומד. הצגת ידע תוכן מדעי-טכנולוגי תיעשה בהקשר חברתי וסביבתי תוך הדגשת הרלוונטיות לחיי הפרט והחברה. התמקדות בנושאים מתחום המדע, שהם מוכרים ובעלי חשיבות בחיי היומיום, לא רק מאפשרת לתלמידים לרכוש ידע, אלא אף עשויה להגביר את המעורבות שלהם למען החברה והסביבה. היא תאפשר להם להיות אזרחים פעילים ומועילים, לקבל אחריות ולהיות מסוגלים לקבל החלטות. עיסוק בתכנים הנוגעים לחיי הפרט ולחברה, כמו בקרה על צריכת משאבי הטבע, בעיות בשימור הסביבה ובמיחזור חומרים, מניעת מחלות והנדסה גנטית, מעלים בפני התלמידים סוגיות אותנטיות. תוכני הלימוד מרחיבים את תפיסת עולמם של התלמידים ומעמתים אותם עם דילמות בתחומי האתיקה והחברה.

דיונים בנושאים מדעיים וטכנולוגיים העומדים על סדר היום הציבורי מעוררים עניין בתלמידים ומקרבים אותם למדע ולטכנולוגיה, אך כדי שהדיונים יהיו בעלי ערך, על המורים להבנות ולבסס עם התלמידים את הידע המדעי הנחוץ לקיומו של שיח טיעוני.

תכנית הלימודים מציגה הקשרים רלוונטיים להוראת הרעיונות המדעיים (ראו עמודים 28-51). ההקשרים בהוראה נבחרו מתוך מחשבה על הרלוונטיות שלהם, על צרכי התלמידים ועל צרכי החברה. ההקשרים הם סוגיות מחיי היומיום הקשורות לאדם, לגופו ולסביבתו הקרובה. ההנחה היא שהכרת המדעים בהקשר של חיי היומיום, תהפוך את הרעיונות המדעיים לרלוונטיים עבור הלומדים. ההוראה בהקשר רלוונטי תסייע להם לקשר בין המידע החדש לניסיונם בעבר ולידע קודם. המוטיבציה ללמידה תגדל כאשר התלמידים יבינו מדוע הם לומדים נושאים מסוימים וכיצד מידע זה יסייע להם בחיים מחוץ לכיתה.

5.4 הבנה של מהות המדע

מהות המדע תילמד במשולב עם התכנים המדעיים, ולא כנושא נפרד. הוראה כזו תסייע לתלמידים להבין את השפה המדעית ואת אופני החשיבה המדעית. התלמידים יבינו את אופן רכישת הידע המדעי בתהליך החקר המדעי. בתהליך החקר המדעי יש חשיבות רבה לחזרות, לביקורת, להבנת המשתנים והקשרים ביניהם ולהקטנת ההטיות במחקר. התלמידים יבינו שהמדע מתקדם בדרך כלל תוך התבססות על ממצאים של מחקרים קודמים. המדע הוא פרי יצירה תרבותית של חוקרים רבים הפועלים על פי עקרונות מוסכמים משותפים, שנבנו והתבססו בקהילה המדעית לאורך מאות שנים. רק לעתים יש "קפיצות" במדע, המשנות לחלוטין את צורת החשיבה בתחום מסוים, כפי שקרה למשל עם תאוריית האבולוציה של דרווין. חשוב שהתלמידים ידעו, שהמדע מתבסס על חשיבה רציונלית ולוגית במטרה להבין את הטבע. חשיבה רציונלית מתבססת, בין היתר, על הבחנה בין עובדות לדעות ועל הבחנה בין סיבות לתוצאות. המדע אינו מבוסס על קבלת סמכות או על אמונות ודעות אישיות חסרות ביסוס. הוא אינו אוסף סתמי של חוקים ועובדות, אלא מתפתח על סמך השערות, מודלים ותאוריות המסבירות תופעות בטבע. ההסברים של התופעות ניתנים בשפה מדעית, שבה יש משמעות ברורה למושגים. בקשר למהות המדע חשוב להבין את האתיקה המדעית. משמעותה של האתיקה במחקר מדעי היא שקיימות מגבלות מסוימות על החקירה המדעית במחקרים הנערכים על בני אדם או בעלי חיים, או במחקרים שיכולים לסכן את הסביבה. קיימים גם עקרונות מוסריים באשר לייחוס תגליות מדעיות לחוקרים, ועקרונות המתייחסים לשיתוף פעולה בין חוקרים ולאופן השימוש בידע הנצבר. כאמור, המחקר המדעי חייב להתבסס על הגינות ויושרה של המדענים ולהיות מוסרי גם מבחינת פרסום הידע, שיתוף וביקורת של עמיתים.

5.5 הוראה המשלבת מיומנויות חשיבה עם תכנים מדעיים

הוראה המשלבת מיומנויות חשיבה עם תכנים מדעיים תורמת להבניית הידע של התלמידים ומסייעת לתלמידים לעבור מלמידה המעודדת שינון וזכירה ללמידה התורמת להבניה של הידע בדרכים המעודדות חשיבה. ידע שנלמד בדרכים המעודדות חשיבה הופך לידע מקושר המהווה בסיס להמשך למידה משמעותית. ידע שנלמד באופן זה, יישמר בצורה טובה יותר לאורך זמן ויהפוך לשימושי בהקשרים רבים, גם מעבר להקשר שבו הוא נלמד.

ביצועם של תהליכי חשיבה כרוך בהפעלה משולבת של מספר מיומנויות חשיבה. **מיומנויות חשיבה** הן פעולות קוגניטיביות, ממוקדות, כגון שאילת שאלות, ניסוח השערות, השוואה והסקת מסקנות. מיומנויות חשיבה הן אבני הבניין של תהליכי החשיבה. פירוט של מיומנויות החשיבה נמצא בעמודים 13-11.

5.6 מטה-קוגניציה ככלי למידה משמעותי

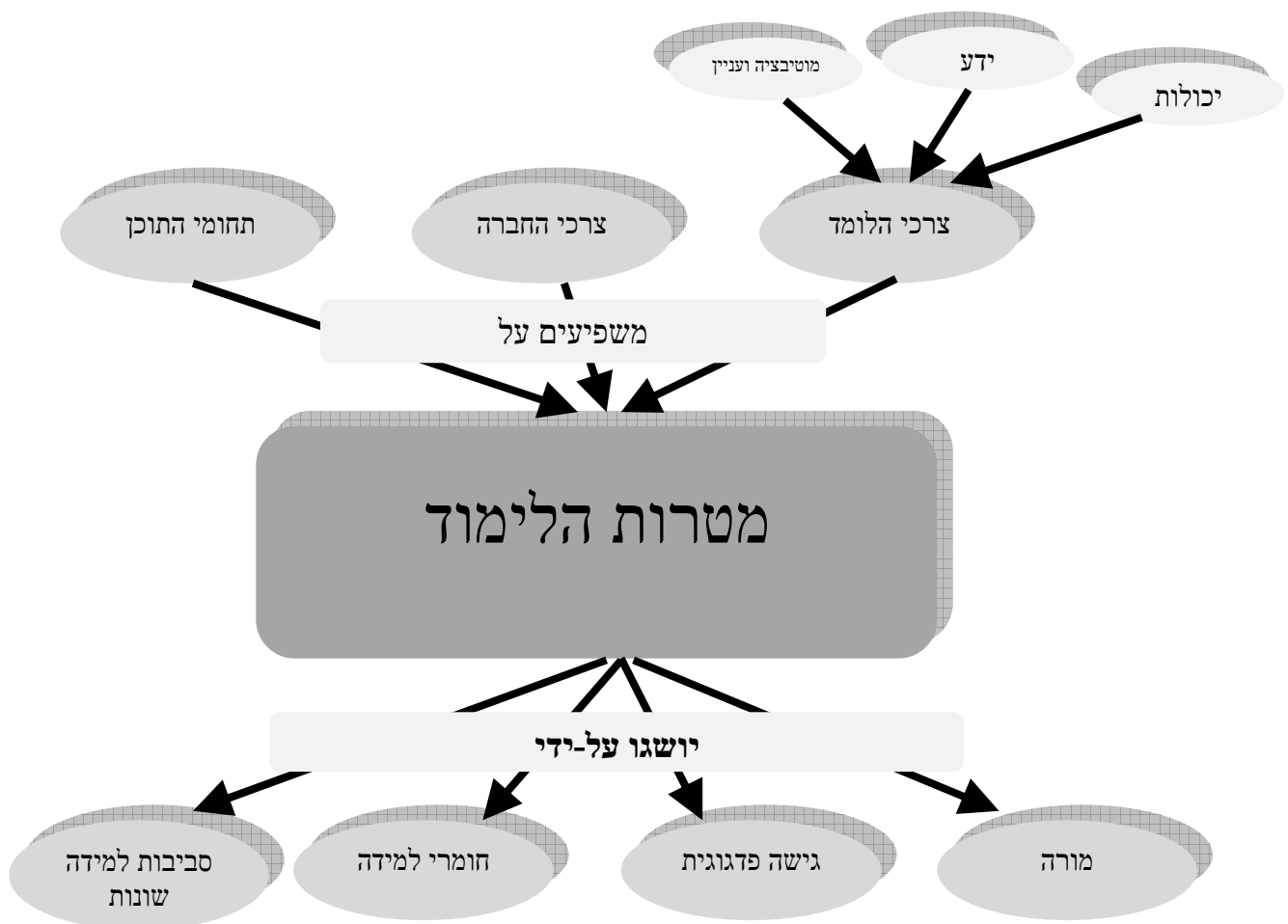
למטה-קוגניציה חשיבות רבה כמטרה מפורשת לקידום מיומנויות חשיבה ולקידום תהליכי למידה. השימוש במושג "מטה-קוגניציה" נעשה תוך הבחנה בסיסית בין שני מובנים:

1. ידע של האדם אודות המערכת הקוגניטיבית שלו
 2. היכולת של האדם לווסת, לבקר ולכוון את התהליכים הקוגניטיביים שהוא משתמש בהם.
- הידע המטה-קוגניטיבי מתייחס לחשיבה שהאדם מפעיל על חשיבתו ועל תהליכי ביצוע משימות קוגניטיביות ספציפיות. המודעות של אדם לתהליכי החשיבה שאותם הוא נוקט, האפשרות לשיומם (לקרוא להם באופן מובחן בשמם) והאפשרות להיות מודע לדרך שבה הוא מפעיל אותן, מאפשרת לו להעריך את תהליכי החשיבה, לשפר אותם ולחזור להשתמש בהם בעת הצורך. המודעות המטה-קוגניטיבית יכולה לשמש ככלי עזר לאדם, המסייע לו לכוון ולנהל את החשיבה של עצמו ולייעל אותה במהלך ביצוע משימות קוגניטיביות. ההוראה המפורשת של המיומנות הננקטת במהלך משימה לימודית ספציפית מהווה למעשה את התיווך המטה-קוגניטיבי. הלומד המפתח מודעות מטה-קוגניטיבית נדרש גם להסביר "למה" "מתי" ו"איך" יש להשתמש באותה מיומנות במצבים עתידיים. בהסבריו יכלול הלומד גם התייחסות לאותן שאלות בהקשר השלילי: "למה" "מתי" ו"איך" אין להשתמש בהקשר מסוים במיומנות החשיבה הספציפית.
- העלאת תהליכי החשיבה למודעות כרוכה בחשיבה רפלקטיבית המתרחשת לפני ביצוע המשימה, במהלכה ולאחר סיומה. בשלב התכנון על הלומד להגדיר את המטרה, את אופי המשימה, את לוח הזמנים והאמצעים הדרושים, וכן לחשוב על סוגי המידע והאסטרטגיות הנדרשות לביצוע המשימה. במהלך הפעילות על הלומד לבדוק עם עצמו אם המטרה הגיונית, אם הוא מתקדם לכיוון המטרה, אם הוא מבין מה הוא עושה ואם דרושים שינויים בעבודתו. בתום המשימה עליו להתייחס להצלחות ולא-הצלחות ביחס למטרות ולהסיק מסקנות לגבי דרך הפעולה והשימוש בה בפעם הבאה שיידרש למשימה דומה.
- התייחסות מפורשת לידע מטה-קוגניטיבי יעילה ביותר להתפתחות החשיבה של הלומד. יתר על כן, מחקרים מצביעים על כך שתלמידים בעלי רמת הישגים נמוכה, מפיקים תועלת רבה יותר מהוראה מפורשת של ידע מטה-קוגניטיבי לעומת תלמידים בעלי רמת הישגים גבוהה. הוראה מפורשת של ידע מטה-קוגניטיבי מגבירה בצורה ניכרת את יכולת ההעברה של מיומנויות החשיבה למצבים אחרים שבהם נדרשות מיומנויות אלו.

6. דרכי הוראה וסביבות למידה

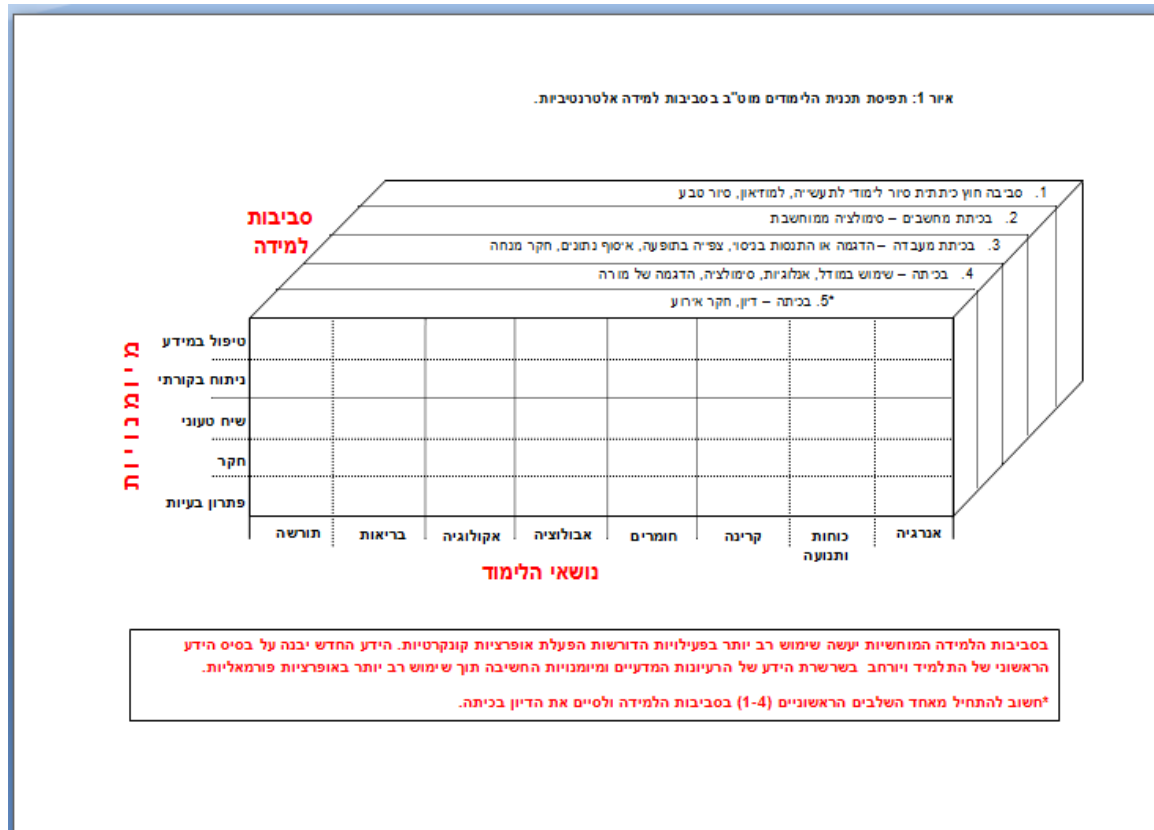
דרכי הוראת תכנית הלימודים וסביבות הלמידה שלובות זו בזו ונגזרות ממטרות התכנית. היעד הפדגוגי הוא למידה משמעותית, המדגישה למידה פעילה, המעוררת עניין וחויית למידה חיובית. שיטת ההוראה מתבססת על הגישה הקונסטרוקטיביסטית ללמידה. על פי גישה זו, למידה משמעותית מתבצעת על ידי הלומדים בהנחיית המורה בתהליך אישי של עיבוד מידע, הבנייתו והפיכתו לידע, כאשר הלומדים מצויים באינטראקציה עם לומדים אחרים ועם המורה.

המשמעות של שני הדגשים האלו (האישי-פנימי והחברתי) היא גיוון דרכי ההוראה באמצעות למידה אישית וקבוצתית, למידה פעילה בכיתה, במעבדה ובספורים לימודיים, מפגשים עם מדענים, צפייה בסרטים, דיונים, ניתוח כתבות מדעיות פופולריות בתקשורת כגון בעיתונות ועוד. כל אלה נותנים מענה לאוכלוסייה מגוונת של תלמידים מבחינת היכולת, ריבוי אינטליגנציות ורקע חברתי-תרבותי. ככל שהשיעורים יותר מגוונים מבחינת אסטרטגיות הוראה, יתאפשר ליותר תלמידים לגלות עניין ומוטיבציה ולבטא את עצמם בהקשר לנלמד בדרכים מגוונות, המתאימות ליכולת שלהם. באיור 1 מוצגים גורמים המשפיעים על קביעת מטרות לימוד במוט"ב ודרכים להשגתם.



איור 1: גורמים המשפיעים על קביעת מטרות לימוד ודרכים להשגתם

הזדמנויות למידה יחודיות ישולבו בתהליך הלמידה רק כאשר יהיה להן ערך מוסף להבנת תוכן מדעי ורעיונות מדעיים, להקנייה או תרגול מיומנויות חשיבה לקראת שליטה בהן, להבנת מהות המדע ולהגברת המוטיבציה ללמידה. כמתואר באיור 2.



איור 2: תפיסת תכנית הלימודים מוט"ב בסביבות למידה אלטרנטיביות.

האיור מציג צרופים אפשריים של שילוב בין נושאי לימוד, מיומנויות חשיבה בסביבות למידה אלטרנטיביות. בסביבות הלמידה (1-4) יעשה שימוש רב יותר בפעילויות הדורשות הפעלת אופרציות קונקרטיות. הידע החדש יבנה על בסיס הידע הראשוני של התלמיד ויורחב בשרשרת הידע של הרעיונות המדעיים ומיומנויות החשיבה תוך שימוש רב יותר באופרציות פורמאליות. חשוב להתחיל מאחד השלבים הראשוניים (1-4) בסביבות הלמידה ולסיים את הדיון בכיתה.

6.1 למידה בדרך החקר

חקר הוא תהליך לימוד על העולם. החקר נעשה בדרכים מגוונות ומציע הסברים המבוססים על עדויות. **למידה** בדרך החקר, מקנה ידע והבנה של רעיונות מדעיים ושל מהות המחקר המדעי. **המורים** ישלבו הזדמנויות למידה בדרך החקר, קצרות וארוכות טווח. התוכן שייבחר יהיה רלוונטי, תוכן שהתלמיד עשוי לפגוש בחיי היום יום, והוא מעורר עניין ומוטיבציה ללמידה. סביבת הלמידה תספק זמן, מרחב ומשאבים מתאימים. תהליך החקר יכול להיערך בסביבות למידה מגוונות, כגון בכיתה, בספרייה, במעבדה, במוזאון, בטבע ובתעשייה. המורים יישמו אסטרטגיות הוראה המטפחות חקירה וילמדו, ינחו ויתמכו בתלמידיהם ברכישה של מיומנויות חשיבה. לדוגמה: ניסוח שאלות רלוונטיות לסוגיה או לתופעה המזמנת חקר; איתור, בחירה והערכה של מידע; עיבוד מידע; ייצוג מידע באמצעות ייצוגים שונים; ניתוח ביקורתי באמצעות השוואה וזיהוי רכיבים וקשרים במידע; איסוף ממצאים ועיבודם; הסקת מסקנות וייצור הכללות; בחינה, הערכה והצגת טיעון. (בהתאם לפירוט מיומנויות החשיבה בעמודים 11-13).

התלמידים ירכשו בדרך החקר כישורים ומיומנויות של לומדים בעלי הכוונה עצמית בלמידה, בלמידה אישית או קבוצתית. התלמידים יובילו את תהליך הלמידה, ויהיו אחראים להתקדמותם ושותפים בתהליכי ההערכה.

6.2 למידה במעבדה - העולם כולו כמעבדה

המעבדה היא חלק מרכזי בעשייה המדעית ואחד המאפיינים שמבדילים בין מדעי הטבע לשאר תחומי הדעת. ה"מעבדה" המודרנית היא כל מקום בו ניתן לשלב התנסות מוחשית בתהליך הלמידה שעשוי להביא לידי ביטוי מטרות המקצוע, מטרות המורה ותכני הלימוד. מבחינה פדגוגית, הפרדה בין פעילות "מעבדתית" לפעילות "עיונית" היא מלאכותית ומקשה על התלמידים לראות את הקשר בין השלב המוחשי לשלב המילולי. בהוראת מוט"ב חשוב להתמקד בחקר מודרך ולא בחקר פתוח.

במוט"ב עבודת המעבדה מתבצעת בסביבות למידה מגוונות: בכיתה, במעבדה, במוזיאון, בתעשייה, בגן החיות, בטבע ובסביבה מתוקשבת. למידה בסביבות למידה אלו עשויות לזמן אינטראקציות ייחודיות בין תלמיד-תלמיד; תלמיד-מורה ותכני הלימוד ועשויות להגביר מוטיבציה ללמידה, הבנת תוכן ורעיונות מדעיים, שליטה במיומנויות חשיבה והבנת מהות המדע.

סביבת למידה כזו הרואה את העולם כולו כמעבדה מאפשרת הזדמנויות ייחודיות ללמידה כגון:

1. שילוב של בעיות רב תחומיות עדכניות מתחומי המדע-טכנולוגיה-והחברה.
2. חקירה של תופעה או של בעיה מחיי היום יום של התלמיד העשויה להביא בין השאר לקבלת החלטות שהן מעוררות בכתה, בבית הספר ובקהילה.
3. התנסות מוחשית בשילוב מיומנויות חשיבה כמו: בקרת משתנים, העלאת טיעון, השוואה, שאילת שאלות, מציאת נקודות דמיון ושוני בין ממצאים ובין תופעות.

4. קשר מושכל בין למידה מוחשית פסיכו מוטורית hands-on לבין פעילות קוגניטיבית - מילולית minds-on .
 5. חשיבות קישור בין המימד הויזואלי למימד המילולי/טקסטואלי.
 6. התמקדות בחקר מודרך ולא בחקר פתוח
 - קיימות דרגות שונות מידת ההדרכה בתהליך החקר. ככל שההדרכה של המורה פוחתת, חלקו העצמאי של התלמיד גובר. המורה יכול להיות מעורב בכל אחד משלבי ההתנסות המעבדתית בהתאם לאופי ההתנסות ובהתאם ליכולות, ידע ומוטיבציית הלומד.
 7. בהתאם לאופי ההתנסות, סגנון ההוראה של המורה וסגנון הלמידה של התלמיד.
 8. פיתוח תקשורת חברתית קונסטרוקטיבית בין המורה לתלמידים ובין התלמידים לבין עצמם.
 9. שילוב של נושאי מהות המדע: כיצד ידע מדעי מתפתח ומדענים עובדים.
- תוכנית הלימודים מציעה שלבים שונים שהמורה והתלמידים נדרשים להתייחס אליהם בהתנסות במעבדה ובסביבות לימוד מגוונות. יש לציין, כי לא כל השלבים חייבים להופיע בכל התנסות וסדר השלבים יכול להשתנות.

שלבים חשובים בהתנסות בסביבות למידה מגוונות :

1. צפייה בתופעה
2. זיהוי והגדרת בעיה
3. שאלת שאלות
4. איסוף וניתוח נתונים
5. חיפוש, הערכה ומיזוג מידע
6. תכנון עבודה
7. בניית ייצוג
8. עיבוד תוצאות
9. הסקת מסקנות
7. ניבוי למצב חדש

6.3 הסיור הלימודי

הסיור הלימודי בטבע, בתעשייה ובמוזאון הוא מרכיב חשוב בהוראת מוט"ב. הלמידה החוץ-כיתתית מאפשרת רכישת ידע מדעי, טכנולוגי וסביבתי ויש לה ממד ריגושי, חווייתי והתנהגותי. הסיור הלימודי מאפשר להביא לידי ביטוי סגנונות למידה שונים ולהמחיש רעיונות מופשטים. הוראה באמצעות סיור לימודי מחייבת הכנה הולמת בכיתה, הכנה המתייחסת להיבטים קוגניטיביים, גאוגרפיים ופסיכולוגיים. לאחר הסיור יש לקיים פעילות סיכום. הסיור יעסוק בנושא לימודי מתוך נושאי הלימוד. ההכנה והסיכום יקשרו בין תכנית הסיור לבין רצף הלמידה בכיתה. ההכנה, הפעילות בסיור עצמו והסיכום צריכים להתבצע על פי עקרונות הלמידה במוט"ב, כלומר, התלמידים יהיו פעילים וישתפו פעולה עם חבריהם לכיתה. המורים יובילו ויהיו שותפים לכל שלבי הלמידה בכיתה ובשטח.

6.4 למידה שיתופית

למידה שיתופית באמצעות עבודה בקבוצות מניעה את התלמידים ללמידה פעילה, ומאפשרת הבניה של ידע דרך יחסי גומלין המתרחשים בתהליך הלמידה בקבוצה. למידה שיתופית מאפשרת לכל התלמידים להשתתף בלמידה בהתאם לכישוריהם, לתרום לשאר חברי הקבוצה או לזכות בעזרתם. היא דורשת אחריות הדדית, מתן עזרה ושיתוף פעולה. הלמידה מעודדת שיחה, החלפת דעות, העלאת רעיונות, ויכוח, שיח טיעוני ועוד. מורה מוט"ב הוא המאפשר עבודה בקבוצות בעזרת משימות למידה מתאימות, כאלו המתבצעות לאורך זמן, בעלות אופי תהליכי והמאפשרות דיאלוג בין חברי הקבוצה ובינם לבין המורה.

7. דרכי הערכה

התפיסה ההערכתית של מוט"ב מתייחסת אל תהליך ההערכה כאל חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה: תהליך רציף ומתמשך, המתעד את התנהלות התלמידים לאורך זמן. מטרת ההערכה נגזרות ממטרות התכנית, והן מלוות את תהליכי ההוראה והלמידה המתנהלים בכיתה. באופן זה ההערכה היא חלק מהותי בתהליכי למידה משמעותית - ההערכה הרציפה מעצימה הן את התלמיד, המקבל אפשרות לשקף את יכולותיו המגוונות והן את המורה, המלווה את התלמיד בארגון ובניהול הסביבה הלימודית, בתכנונם ובביצועם של תהליכי ההוראה-למידה-הערכה ובהפקת תועלת מממצאי ההערכה בעקבות תהליכים אלה. לשם כך ההערכה צריכה להיות מקיפה ורב-ממדית, המאפשרת ביטוי אישי לכל תלמיד, כזאת המעודדת תהליכים מטה-קוגניטיביים ורפלקטיביים, הערכה המתבצעת בסיטואציות אוטנטיות.

ואכן, בתהליך יישומה של התכנית מודגשים עקרונות הערכה אלה:

- ההערכה בוחנת ידע של רעיונות מדעיים מרכזיים ומגוון כישורים ומיומנויות הדרושים לאדם בעל אוריינות מדעית.
- ההערכה מתמשכת ומלווה את תהליכי ההוראה-למידה ומעודדת תהליכים מטה-קוגניטיביים, רפלקטיביים וחברתיים.
- ההערכה מתחשבת בהבדלים בין התלמידים השונים.
- חשוב לשלב חלופות בהערכה, כדי לקבל תמונה מהימנה של תהליך הלמידה בשלביו השונים, הן בהתייחס לתלמיד והן בהתייחס למורה.

דרכי ההערכה במוט"ב משקפות את מטרות ההוראה ואת דרכי ההוראה. דרכי ההערכה משלימות זו את זו במגוון ההיבטים המוערכים בהן ומרכיבות יחדיו את ההערכה הסופית.

7.1 הערכה של יחידות לימוד במוט"ב

הערכה של יחידות לימוד תיעשה באמצעות מבחן הישגים, תלקיט ועבודה עיונית כמפורט להלן.

7.1.1 מבחן הישגים

מבחן הישגים בודק ידע תוכן ורכישת מיומנויות. זהו כלי אשר באמצעותו ניתן לסכם את ביצועי ההבנה של התלמידים בדרך של הערכה מסכמת. הוא מהווה סרגל אחיד להערכת הישגי כל התלמידים.

מבחן הישגים ייעשה באמצעות בחינה בכתב ויבדוק ידע והבנה של תכנים המפורטים במפרט התכנים, וכן שליטה במיומנויות חשיבה ולמידה בהלימה למטרות התכנית.

7.1.2 תלקיט (תיק עבודות)

תלקיט הוא כלי הערכה אינטגרטיבי, שבאמצעותו ניתן להעריך תהליכי למידה בדרך של הערכה לשם למידה (הערכה מעצבת) תוך כדי התהליך, ובדרך של הערכה של הלמידה (הערכה מסכמת) עם סיום התהליך.

ההערכה המעצבת היא חלק חשוב בהערכה במוט"ב ומטרתה לשפר את ההוראה ולקדם את הלמידה. בהערכה מעצבת מתמקדים בתהליך הלמידה. לפי גישה זו ההערכה אינה אירוע חד-פעמי המתרחש בנקודת זמן נתונה וידועה מראש. היא אינה מעריכה רק תוצרי למידה ואינה נתונה באופן בלעדי בידי המורים או בידי המומחים למדידה - מחברי המבחנים. ההערכה המעצבת היא חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה וההוראה (ה"ה" - הוראה-למידה-הערכה). הלומדים והמורים מתכננים את עשייתם בעת התרחשותה, בוחנים באיזו מידה הושגו היעדים, מאתרים נקודות חוזק, נקודות לחיזוק, קשיים וכשלים. הערכה מעצבת נמצאת בהלימה גם עם התפיסה הקונסטרוקטיביסטית של הלמידה, המדגישה את יצירת הידע ואת הבנייתו על ידי הלומדים בתהליך בנייה פרשני, כלומר תוך חיפוש משמעות ופרשנות לידע ההולך ובבנה. למידה כזו כרוכה בניטור של תהליכי הלמידה על ידי הלומדים, בהערכת הידע הנבנה ובהתאמת אסטרטגיות של למידה וחשיבה על פי הצורך. בתהליך ההערכה לשם למידה מתקיימים התנאים האלה:

- נשמר הקשר בין תהליכי ההערכה, הלמידה וההוראה.
- ההערכה מתייחסת לביצועי ההבנה של הלומדים הן בתחום התוכן והן בתחום כישורי החשיבה והלמידה שההוראה אמורה לפתח אצל הלומדים.
- ההערכה מתרחשת במסגרת דיאלוג מתמשך בין המורים ללומדים.
- הלומדים לוקחים חלק פעיל בתהליכים להערכת המסוגלות שלהם ללמידה משמעותית ולהבנתם את הנלמד (דוגמאות לתהליכים: הערכה עצמית, הערכת עמיתים, שותפות בהצבת היעדים ובהגדרת סוג הראיות הנדרשות).

- ההערכה כוללת מטלות משמעותיות ומאתגרות, שמתבצעות בסביבות למידה מגוונות.

התלקיט הינו אוסף של חלק מעבודות הלומדים, שנבחרות בקפידה על ידי התלמידים במטרה להציג ראיות להתקדמותם בתחום הנלמד. באמצעות העבודות המוצגות על ידי התלמידים בתיק, ניתן לזהות את ההתקדמות בלמידה לקראת שליטה במיומנויות חשיבה במשולב עם רמת ההבנה שלהם בתכנים שנלמדו. בנוסף, בתלקיט יש מטלות שבהן באים לידי ביטוי תהליכי הרפלקציה והחשיבה המטה-קוגניטיבית המלווים את המטלות במהלך הלימודים וגם את תהליכי בניית התלקיט. התלקיט יכול מטלות אישיות ומטלות קבוצתיות. הדגש יהיה על מטלות מתאימות להערכה מתמשכת שאינן ניתנות להערכה במבחן ההישגים ומתאימות למגוון תלמידים רחב.

7.1.3 עבודה עיונית

מטרתה של העבודה העיונית היא לבחון את יכולת היישום של הרעיונות המדעיים ושל המיומנויות שרכשו התלמידים בתהליך הלמידה במצבים חדשים. התוצר של העבודה העיונית יכול העמקה והרחבה של נושאים שנלמדו בכיתה במסגרת היחידה השלישית בכיתה. לפני התלמידים יעמדו הנחיות מדויקות ומחונן מפורט שיהוו בסיס לביצוע ולהערכת התוצר.

8. מבנה התכנית

תכנית הלימודים במוט"ב כוללת שמונה נושאים מתחומי הדעת המדעיים השונים, החשובים להשכלתו של כל אזרח. ארבעה נושאים הם בתחום מדעי החומר וארבעה נושאים בתחום מדעי החיים. נבחרו נושאים המדגישים את האופי הבינתחומי של המדע, את הקשרים הבין-תחומיים (המדע, הטכנולוגיה והחברה) שהם בעלי זיקה לחיי הלומד ולחיי החברה שבה הוא חי. נוסף על הנושאים המדעיים, מוצגת רשימה של מיומנויות חשיבה שישולבו בתכנים המדעיים לשם פיתוח כישורי החשיבה וההבנה של התכנים.

הנושאים הם:

מדעי החומר

1. אנרגיה
2. כוחות ותנועה
3. קרינה
4. חומרים

מדעי החיים

1. תורשה
2. אבולוציה
3. אקולוגיה
4. בריאות

תכנית הלימודים **מודולרית** ואין בה חלוקה של תכנים ונושאים על פי שנות לימוד. סדר הוראת הנושאים נתון לשיקול דעתם של המורים. הבחירה מאפשרת בניית מסלולי הוראה שונים, בתנאי שיענו על מטרות התכנית. מודל גמיש כזה מתאים לארגון התכנים ושילובם, לאוכלוסיית התלמידים המגוונת ולאוכלוסיית המורים שהרקע האקדמי המדעי שלהם מגוון.

התכנית מאפשרת למידה בשלוש רמות: ברמה של 1 יחידת לימוד (90 שעות) ברמה של 2 יחידות לימוד (180 שעות) וברמה של 3 יחידות לימוד (270 שעות).

יחידת לימוד ראשונה (90 שעות)

נושא אחד ממדעי החיים בשילוב מיומנויות חשיבה (45 שעות)	נושא אחד ממדעי החומר בשילוב מיומנויות חשיבה (45 שעות)
תורשה	אנרגיה
אבולוציה	כוחות ותנועה
אקולוגיה	קרינה
בריאות	חומרים

הערכה:
• מבחן הישגים

איור 3: מבנה תכנית הלימודים של יח"ל ראשונה

יחידת לימוד שניה (90 שעות)

תלקיט המציג את עבודת התלמיד במהלך שתי יחידות לימוד. התלקיט כולל עבודות אישיות, עבודה קבוצתית והיבטים רפלקטיביים.	נושא אחד ממדעי החומר או מדעי החיים בשילוב מיומנויות חשיבה (45 שעות)
	אנרגיה
	כוחות ותנועה
	קרינה
	חומרים
	תורשה
	אבולוציה
	אקולוגיה
	בריאות

הערכה:
• תלקיט

איור 4: מבנה תכנית הלימודים של יח"ל שניה

יחידת לימוד שלישית (90 שעות)

עבודה עיונית תכנים ומיומנויות חשיבה	נושא אחד ממדעי החומר או מדעי החיים בשילוב מיומנויות חשיבה (45 שעות)
רשות: עבודה מסכמת של סיור לימודי מובנה (45 שעות)	אנרגיה
	כוחות ותנועה
	קרינה
	חומרים
	תורשה
	אבולוציה
	אקולוגיה
	בריאות

הערכה:
• מבחן הישגים
• עבודה עיונית

איור 5: מבנה תכנית הלימודים של יח"ל שלישית