

Let's STE(A)M

מעבדת העיצוב כ"מעבדת חיבורים"

נושא שנתי לעבודת גמר בכיתה י"ב | שנה"ל תשפ"ז

מסמך זה מיועד למורים

תוכן העניינים

רקע והקדמה.....ע"מ 1	בינה מלאכותית.....ע"מ 3
מ-STEM ל-STEAM.....ע"מ 2	"מעבדת חיבורים" הנושא השנתי תשפ"ז.....ע"מ 5
מיומנויות המחר.....ע"מ 2	נספחים והרחבות.....ע"מ 7

רקע והקדמה: חזון "ישראל ריאלית" והתפתחות גישת ה-STEM

מדינת ישראל ניצבת כיום בפני צומת דרכים אסטרטגי המחייב הגדרה מחדש של יעדי החינוך ודמות הבוגר. תוכנית "ישראל ריאלית" (תשפ"ה-תש"ץ) נכתבה כמענה אסטרטגי וכמהלך רחב היקף שנועד לחזק את הביטחון הלאומי והצמיחה הכלכלית, תוך מתן הזדמנות שווה לכל תלמיד להשתלב בחזית הטכנולוגיה והאקדמיה.

הכלי המרכזי שנבחר להובלת השינוי הוא אימוץ נרחב של חינוך ל-STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה). גישת ה-STEM התפתחה לאורך ההיסטוריה המודרנית כמענה לצורך אסטרטגי:

- 1862: חקיקת "חוק מוריל" בארה"ב והקמת אוניברסיטאות לקידום מדעי החקלאות וההנדסה.
- מלחמת העולם השנייה: הקמת צוותי מחקר בינתחומיים של מדענים, מהנדסים ומתמטיקאים לפתרון בעיות קריטיות בזמן אמת (כגון גומי סינתטי ונשק אטומי).
- 1957: שיגור ה"ספוטניק" הרוסי שדרבן את הקמת נאס"א והגברת הפיתוח המדעי בחינוך.
- שנות ה-90: התגבשות תוכניות לימוד תחת המונח המוקדם SMET, מתוך הבנה שהפרדת התחומים פוגעת ביכולת להתמודד עם עולם רב-תחומי.
- 2001: המונח STEM (שמשמעותו באנגלית גזע או גבעול) נטבע רשמית על ידי ג'ודית רמאליי (Judith Ramaley). השם מסמל את המדעים והמתמטיקה כגזע המרכזי שדרכו זורמים חומרי ההזנה של הידע, וממנו צומחים ענפי החדשנות והכלכלה.

המעבר מהוראה דיסציפלינרית מבודדת ללמידה בין-תחומית והוליסטית שואף לפתח בקרב התלמידים "אוריינות STEM" - שילוב של ידע עם מיומנויות המאה ה-21, במטרה להכשירם להובלה בכלכלת ידע דינמית ומשתנה.

מ-STEM ל-STEAM: העיצוב כמעבדת חדשנות

האבולוציה של גישת ה-STEM הובילה להבנה שפתרונות טכנולוגיים, יעילים ככל שיהיו, אינם פועלים בחלל ריק; הם נועדו עבור בני אדם בתוך הקשר תרבותי, חברתי וסביבתי. הבנה זו הולידה את המעבר לגישת ה-STEAM, שבה האות A מייצגת את האמנויות והעיצוב (Arts).

הוספת העיצוב לליבת המדעים משנה את האופן שבו תלמידים ניגשים לפתרון בעיות. השילוב בין התחומים יכול להתבצע בשתי רמות עומק פדגוגיות:

- רב-תחומיות (Multidisciplinarity): חיבור שבו תחומי דעת שונים פועלים זה לצד זה כפסיפס עשיר, אך שומרים על זהותם הנפרדת.
- בין-תחומיות (Interdisciplinarity): מיזוג עמוק ואינטגרטיבי שבו הגבולות בין תחומי הדעת מטשטשים לכדי תרכובת אחת חדשה ומדויקת.

ההבדל המהותי מתבטא במעבר מחשיבה הנדסית לחשיבה עיצובית:

מאפיין	חשיבה הנדסית (Engineering Thinking)	חשיבה עיצובית (Design Thinking)
שאלת המפתח	"איך זה עובד?"	"עבור מי זה נועד?"
מוקד	דיוק, יעילות וביצועים טכניים.	אמפתיה, חוויית משתמש ונוחות.
יעד	פתרון פונקציונלי אופטימלי.	פתרון הוליסטי המגשר בין צורך אנושי ליכולת טכנולוגית.

הסטודיו לאמנויות העיצוב משמש כמרחב STEM ברוח ה-STEAM, המגשר בין "חוקי המשחק" של הטבע (מדע), השימוש המושכל בבינה מלאכותית (טכנולוגיה), היתכנות הייצור (הנדסה) והרמוניה חזותית מבוססת נתונים (מתמטיקה).

המיומנויות הדרושות לתלמידינו כאנשי המחר

מיומנויות הן היכולת להפעיל ידע, ערכים וגישות באופן גמיש ומשמעותי במצבים משתנים, ולא רק "לדעת דברים". הן עונות על השאלה מה התלמיד עושה בפועל עם מה שהוא יודע - כיצד הוא פועל, חושב, מקבל החלטות, יוצר ומתמודד עם מורכבות. השילוב בין ידע למיומנויות הוא לב העשייה במגמת אמנויות העיצוב, והוא שמאפשר לתלמידים לקבל החלטות ולהתמודד עם מציאות מורכבת.

בעת הזו, שבה המציאות משתנה במהירות, עולה חשיבותן של מיומנויות ברות העברה (Transferable Skills) - יכולות שניתן לקחת מן הסטודיו אל הקשרים אחרים: בין תחומי דעת, אל המשך לימודים, אל שוק העבודה ואל החיים בכלל. המיומנויות הן אלו המאפשרות חדשנות בין אם היא בידע, ברעיון או במוצר - תוך שימוש חוזר בדפוסי חשיבה ופעולה במצבים חדשים. במובן זה, תחום הדעת עיצוב הוא נקודת מוצא לתהליך מתודי שבאמצעותו התלמיד מתגבש כאדם חושב, יוצר ופועל בעולם. המיומנויות הטרנספורמטיביות הן אלו שמאפשרות לו לשנות, להתחדש ולהעביר את יכולותיו מזירת העיצוב אל זירות חיים נוספות.

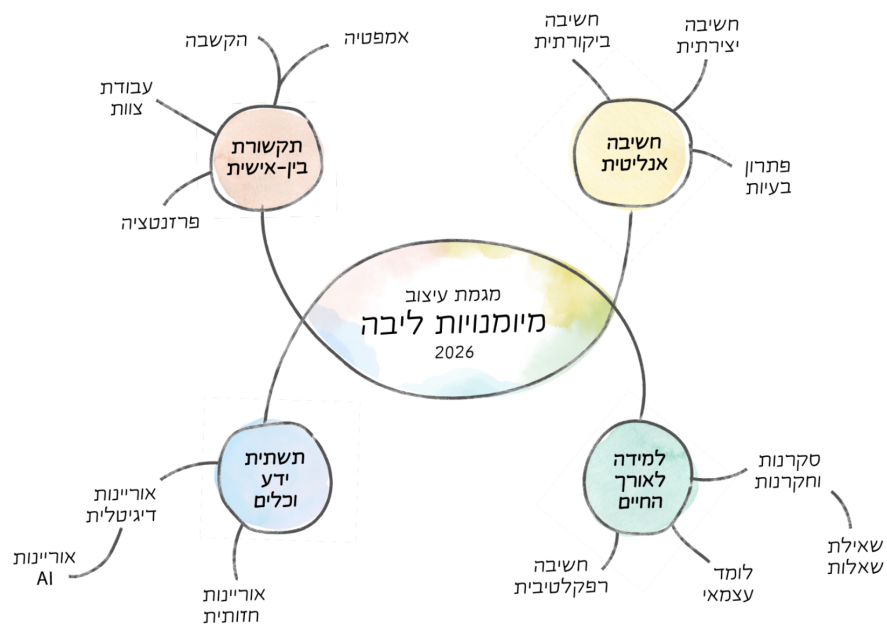
מתוך תפיסה זו נבחרו ארבעה אשכולות מיומנויות מרכזיים:

למידה לאורך החיים: היכולת ללמוד באופן עצמאי ומעמיק, מתוך סקרנות, חקרנות ורפלקציה מתמדת, תוך הפעלת שיקול דעת ולקיחת אחריות על תהליך הלמידה וההתקדמות האישית.

תשתית ידע וכלים: אוריינות חזותית וחומרית, אוריינות דיגיטלית ושימוש מושכל בבינה מלאכותית כחלק בלתי נפרד מתהליכי חשיבה, מחקר ויצירה במגמה.

חשיבה אנליטית: היכולת לנתח מצבים מורכבים, לשאול שאלות רלוונטיות, להגדיר בעיות ולפתור אותן, תוך שילוב חשיבה יצירתית וחשיבה ביקורתית.

תקשורת בינאישית: הקשבה, אמפתיה, עבודת צוות ויכולת פרזנטציה, כחלק בלתי נפרד מתהליך העיצוב.



אשכולות אלו נבנים בהדרגה בכיתה י' ובכיתה י"א, ומגיעים לידי ביטוי משולב בפרויקט הגמר, שבו התלמיד מפעיל את מכלול המיומנויות בליווי המורה ועמיתיו לכיתה.

בעידן שבו הבינה המלאכותית משנה במהירות את עולם העבודה ואינה מחליפה את האדם אלא מגדירה מחדש את תפקידו, נדרשים בוגרים המסוגלים לעבוד עם טכנולוגיה חכמה ולא מולה. בתוך כך, ה-AI הופך במגמת אמנויות העיצוב לזירת תרגול מרכזית של המיומנויות הטרנספורמטיביות: הוא מעמיק את למידת החיים (למידה עצמאית ומתמשכת), מאתגר את תשתית הידע והאוריינות הדיגיטלית, מחזק חשיבה אנליטית ורפלקטיבית, ומחייב תקשורת בין אישית ואחריות אתית בעבודה בצוותי אדם-מכונה.

בינה מלאכותית כשותפה טבעית במעבדת העיצוב

בינה מלאכותית (AI) היא שם כולל למערכות מחשב בעלות היכולת לבצע משימות שבדרך כלל דורשות בינה אנושית כמו זיהוי דפוסים, ניתוח מידע, עריכת ידע ועוד. בינה מלאכותית יוצרת (Generative AI) היא משפחה של כלים המסוגלים להפיק תכנים חדשים כגון: טקסט, תמונה, וידאו, קול, קוד ותלת-ממד, על פי הנחיות (פרומפטים) של המשתמש.

במגמת אמנויות העיצוב, ה-AI אינו נתפס כתחליף לבינה האנושית, אלא כמנוף לחיזוק מיומנויות וכשותפה המסייעת בכל תהליך פתוח. בוגר המגמה יהיה מעצב המתבסס על "בינה אנושית", ונעזר בבינה מלאכותית כדי להתמודד עם בעיות מורכבות המכונות "בעיות רשעיות" (Wicked Problems) - אישיות, חברתיות וסביבתיות, שאין להן פתרון נכון אחד.

כדי למסגר את השימוש בבינה מלאכותית בתוך תהליך לימודי שיטתי, נתמקד במיומנות הנדסת פרומפטים (Prompt Engineering). להלן המודלים לעבודה:

מודל RTFC לתכנון הפרומפט

רכיב	פירוש
Role (תפקיד)	הגדרת הזהות או המקצוע של המערכת.
Task (משימה)	הגדרת הפעולה הספציפית הנדרשת.
Format (מבנה)	בחירת התוצר המבוקש (טקסט, רשימה, קוד, דימוי).
Constraints (מגבלות)	הצבת גבולות כגון סגנון, שפה, אתיקה או הימנעות מהעתקה.

מודל CLEAR לניסוח ההנחיה

רכיב	פירוש
Concise (קצר)	ניסוח קצר וממוקד.
Logical (לוגי)	ארגון לוגי של הבקשה וסדר צעדים ברור.
Explicit (מפורש)	הוראות מפורשות, לא מעורפלות.
Adaptive (התאמה)	התאמת הפרומפט לקהל, למשימה ולהקשר.
Reflective (רפלקטיבי)	ביקורת ורפלקציה על התוצר שהתקבל ושיפורו.

מעבדת העיצוב כ"מעבדת חיבורים" | נושא שנתי תשפ"ז

תור מעצבים, אנחנו 'מחברים' טבעיים בין אדם, חומר וטכנולוגיה. חדשנות היא הפוטנציאל הטמון בחיבורים חדשים. היכולת של המעצב אינה נמדדת רק ביצירת אובייקטים חדשים, אלא ביכולת לזהות, לפרש וליצור זיקות וקשרים בין תחומים, צרכים וטכנולוגיות. בעולם מורכב ורווי ידע, אנו כמעצבים יודעים לזהות קשרים במקום שבו אחרים רואים הפרדה. זוהי ליבת החשיבה העיצובית, וזוהי המשימה שלנו לשנת תשפ"ז: להפוך את הסטודיו ממעבדת עיצוב ל"מעבדת חיבורים".

אנחנו מזמינים אתכם ליישם את הפרויקט בתוך "מעבדת החיבורים" בשני אופנים:

- חיבור בתוך המגמה: הפרויקט יתבסס על חיבור בין תחומי דעת שונים בתוך פרויקט הגמר של הצוות. לדוגמא עיצוב מוצר ופיזיקה, תקשורת חזותית ומתמטיקה, עיצוב מוצר וביולוגיה וכד'.
פריצת גבולות המגמה: יצירת "חיבור" עם תלמידים ממגמות אחרות. צוות שבו כל משתתף מביא את המומחיות שלו לטובת פתרון שלם וגדול יותר שלא יכול להיווצר ללא החיבור.

חיבורים לדוגמה*:

"חיבורים" אלה הם דוגמאות בלבד. המורים והתלמידים רשאים לבחור ולהעמיק בכל חיבור בעל ערך בין מקצועות STEAM. הערה: כל הרעיונות המובאים למטה הם בסיס לתהליך פיתוח על פי הנלמד במגמה, ואין צורך בהרחבה של תהליכי החקר.

"חיבורים חיים" -

ביומימיקרי, חקר מנגנונים, צורות ומערכות קיימות בטבע כבסיס לפתרון צורך או רעיון.

מילות מפתח לדוגמא: #תנועה בטבע #העברת מסר בטבע #שינוי ודינמיות בטבע #מבניות בטבע
הזדמנויות לדוגמא: פתרון מבוסס מחקר צורני מהתבוננות (ע.מוצר), עיצוב אריזות ומארזים בעקבות מחקר על מבניות (ע.מוצר/תקש"ח), ממשק דינמי המחקר מנגנונים בטבע (ע.מוצר/ע.אינטראקטיב).
חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: ביולוגיה, לימודי סביבה.

"חיבור מחושב" -

שימוש בחוקיות מתמטית וגאומטרית כ"קוד" ליצירת פתרונות פונקציונליים ואסתטיים.

מילות מפתח לדוגמא: #סדרת פיבונאצ'י #חתך הזהב #פרקטלים #אורגניזם הנדסי #גריד #קומפוזיציה #יחס ופרופורציה #דגם Pattern

הזדמנויות לדוגמא: פיתוח מוצרים חסכוניים בחומר (ע.מוצר), יצירת שפה חזותית מבוססת גריד ופרופורציות מתמטיות (תקש"ח/ע.אינטראקטיב), יצירת דגמים (Patterns) מבוססי חוקיות חישובית (תקש"ח)
חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: מגמות מתמטיקה / פיזיקה.

"חיבור לנתונים" -

שימוש בנתונים, דוחות וביג דאטא כחומר גלם עיצובי.

מילות מפתח לדוגמא: #Data Visualization #אינפוגרפיקה #אוריינות נתונים #הנגשת מידע

#Data Humanism #Real-time Data #עיצובי

הזדמנויות לדוגמא: עיצוב מערכות המגיבות לנתונים בזמן אמת (ע.מוצר), עיצוב לוחות בקרה (Dashboards) אשר ממחישים נתונים / נתונים בזמן אמת (ע.אינטראקטיב), ממידע מורכב ומרובה נתונים למשחק מחשב (תקש"ח/ע.אינטראקטיב/ע.מוצר)

חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: הנדסת תוכנה, מידע ונתונים (ביג דאטא) + אזרחות, כלכלה, גאוגרפיה (מקור הנתונים).

"חיבורים אקטיביים" -

מעבר מעיצוב סטטי לדינמי ע"י שימוש בחוקי הפיזיקה כדי ליצור מוצרים חכמים, מודולריים ורספונסיביים.

מילות מפתח לדוגמא: #מכניקה #כוחות לחץ ומתיחה #אופטיקה #תנועה קינטית #מודולריות #חיישנים #מכניקה #תכנון מורפולוגי
הזדמנויות לדוגמא: מוצר רב-תכליתי (ע.מוצר), מוצרים מתקפלים המבוססים על תכנון צירים ומנופים (ע.מוצר), כרזות המשתמשות באופטיקה ובאשליות תנועה המפעילות את עין הצופה (תקש"ח), ממשקים המגיבים לכוחות פיזיים מהעולם האמיתי כמו חיישני תנועה, אור או קול (ע.מוצר/ ע.אינטראקטיב).
חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: פיזיקה, רובוטיקה, הנדסת מכונות, אלקטרוניקה.

"חיבור מחשמל" -

שילוב בין אלקטרוניקה, אנרגיה מתחדשת ועיצוב.

מילות מפתח לדוגמא: #מעגלים מודפסים #אנרגיה סולארית #תאורה חכמה #מוליכות #טעינה אלחוטית #DIY Electronics.
הזדמנויות לדוגמא: עיצוב רהיטי רחוב המפיקים אנרגיה מהשמש (ע.מוצר), מוצרים לבישים המתקשרים עם הסביבה (ע.מוצר).
חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: אלקטרוניקה, פיזיקה, חשמל.

"חיבורים מקיימים" -

עיצוב מבוסס מחקר על מחזור חיי המוצר, שיקום חומרים וצמצום עקבות סביבתיים.

מילות מפתח לדוגמא: #כלכלה מעגלית #ביו חומרים #Zero Waste #Upcycling #פירוק והשטחה #טביעת רגל אקולוגית.
הזדמנויות לדוגמא: פיתוח מוצרים מחומרים מתכלים או מבוססי פסולת משוקמת (ע.מוצר), עיצוב אריזות תוך אחריות סביבתית (תקש"ח), ממשקים לניהול ומיטוב משאבים בקהילה (ע.אינטראקטיב).
חיבור עם תחומי דעת / מגמות אחרות: לימודי סביבה, כימיה, ביולוגיה.

***מוזמנים להציע חיבורים חדשים או נסו לחבר 2 חיבורים יחד :**

א. תוכנית "ישראל ריאלית" (תשפ"ה - תש"ץ)

מדינת ישראל ניצבת כיום בפני צומת דרכים אסטרטגי המחייב הגדרה מחדש של יעדי החינוך ודמות הבוגר. מחד, הכלכלה העולמית עוברת טרנספורמציה מואצת בחסות הבינה המלאכותית, המציבה דרישות חדשות למצוינות וחדשנות. מאידך, הנתונים המשתקפים במבחנים הבין-לאומיים (TIMSS ו-PISA) מצביעים על שחיקה מדאגה בהישגי התלמידים ועל פערים חברתיים שמונעים מרבים לממש את הפוטנציאל הטמון בהם. מציאות זו הובילה את משרד החינוך להכריז על "מצב חירום לאומי", וכמענה אסטרטגי לכך נכתבה תוכנית "ישראל ריאלית" (2030–2025), מהלך רחב היקף שנועד לחזק את הביטחון הלאומי והצמיחה הכלכלית על ידי מתן הזדמנות שווה לכל תלמיד להתקדם ולהצליח ולהכשיר כל תלמיד, ללא קשר למקום בו גדל, כבוגר מיומן המסוגל להוביל ולפתור בעיות מורכבות במערכי הביטחון, באקדמיה ובחזית הטכנולוגיה.

הכלי המרכזי שנבחר להובלת שינוי זה הוא אימוץ נרחב של חינוך ל-STEM (ראשי תיבות של Science, Technology, Engineering, Mathematics) גישה פדגוגית המשלבת את תחומי המדע, הטכנולוגיה, ההנדסה והמתמטיקה סביב למידה המבוססת על פתרון בעיות מהעולם האמיתי. ה-STEM מדגיש את הקשרים ההדדיים בין המקצועות השונים כבסיס להבנת המציאות המודרנית, בניגוד לחינוך המסורתי המפריד בין מקצועות הלימוד. באמצעות המעבר מהוראה דיסציפלינרית מבודדת ללמידה בין-תחומית ורב-תחומית, התכנית שואפת לפתח בקרב תלמידים, מהגיל הרך ועד לתיכון, מיומנויות רלוונטיות למציאות משתנה בדגש על לומד עצמאי, אוריינות דיגיטלית, חשיבה אנליטית כחלק מפתרון בעיות מורכבות בעזרת חשיבה ביקורתית, שאלת שאלות, יצירתיות, תקשורת וגמישות.

בתוך מהלך נרחב זה, נדרש החינוך הטכנולוגי היישומי להוות את חוד החנית. עבורנו, במגמת "אמנויות העיצוב", זוהי הזדמנות לשמש כמעבדה חיה למימוש גישת ה-STEM באמצעות מתודולוגיית "חדשנות דרך חשיבה עיצובית" כפי שיזמו ופיתחו פרופסור טרזי מהטכניון ופנזא מעבדה תפיסתית בע"מ. מתודולוגיה זו מהווה פלטפורמה לארגון הלמידה בשאיפה לעודד תהליך המוביל לחדשנות. בתוכה אנו מצמיחים במגמה בוגרים שהם היוזמים ופותרים הבעיות המוכשרים להנהיג בעולם המחר.

ב. ראשיתה של גישת ה-STEM - מאקדמיה חקלאית למרוץ לחלל ועד לתפיסה פדגוגית

ראשיתה של גישת ה-STEM לא נבעה מתיאוריה פדגוגית מופשטת, אלא מצורך אסטרטגי, כלכלי וצבאי שהתפתח לאורך ההיסטוריה המודרנית. כבר במאה ה-19, עם חקיקת "חוק מוריל" (1862) בארה"ב, הוקמו אוניברסיטאות ייעודיות לקידום מדעי החקלאות וההנדסה, שהניחו את התשתית הראשונה לחיבור שבין ידע אקדמי ליישום מעשי בשטח. מלחמת העולם השנייה יצרה מציאות חדשה ומורכבת, שבה פתרון בעיות גורליות דרש לראשונה הקמה של צוותי מחקר בינתחומיים: מדענים, מהנדסים ומתמטיקאים נדרשו לצאת מהמעבדות המבודדות ולעבוד יחד כדי לייצר פתרונות טכנולוגיים בזמן אמת (כמו גומי סינתטי ונשק אטומי). עם סיום המלחמה וחידירת המחשבים הראשונים לעולם המקצועי, הפכה סביבת העבודה למורכבת ודינמית עוד יותר, ונוצר צורך גובר באנשי מקצוע שמסוגלים לגשר בין תיאוריה מדעית ליכולת ביצועית טכנולוגית.

בשנת 1957, שיגור הלוויין הרוסי "ספוטניק" הכה את המערב בתדהמה והניע את הממשל האמריקאי להעביר את הפיתוח המדעי להילוך גבוה – מהלך שהוביל להקמת נאס"א ולחזון הנחיתה על הירח. מציאות זו חללה בהדרגה למערכת החינוך, שהבינה כי עליה להתאים את עצמה לאתגרים הביטחוניים והכלכליים המשתנים. בשנות ה-90 החלו להתגבש תוכניות לימוד מובנות תחת המונח המוקדם SMET, כניסיון ראשון לאגד את התחומים מתוך הבנה שהפרדתם פוגעת ביכולת התלמידים להתמודד עם עולם רב-תחומי.

בשנת 2001 עבר התחום המשגה סופית כאשר המונח STEM נטבע רשמית על ידי ג'ודית רמאליי (Judith Ramaley) מהקרן הלאומית למדע (NSF) כחלופה קליטה וסמלית למונח SMET. למיתוג זה חשיבות עמוקה: המילה STEM פירושה באנגלית גבעול (או גזע). הבחירה בשם זה נועדה להמחיש כי תחומי המדעים והמתמטיקה הם ה"גבעול" המרכזי דרכו זורמים חומרי ההזנה של הידע, וממנו צומחים ענפי החדשנות, הכלכלה והפיתוח. הגזע הוא הבסיס האיתן המחזיק את המערכת החברתית כולה. כגישה פדגוגית עכשווית, ה-STEM מבוסס על למידה פעילה, חשיבה חקרנית ועבודה שיתופית. הדגש עובר מהקניית ידע דיסציפלינרי מבודד לפיתוח "אוריינות STEM" לצד מיומנויות וכישורים של המאה ה-21: פתרון בעיות מורכבות, חשיבה ביקורתית, יצירתיות ותקשורת בין-אישית. היתרון המרכזי בגישה זו טמון ביכולתה להעניק לכלל הלומדים "הון מדעי" ולצמצם פערים חברתיים, תוך הכשרתם להובלה ולהשתלבות בכלכלת ידע דינמית ומשתנה.

ג. STEM או STEAM? מחשיבה הנדסית לחשיבה עיצובית

האבולוציה הרעיונית של גישת ה-STEM הובילה להבנה כי פתרונות טכנולוגיים, יעילים ככל שיהיו, אינם פועלים בחלל ריק. הם נועדו עבור בני אדם, בתוך הקשר תרבותי וחברתי, והבנה זו היא שהולידה את המעבר לגישת ה-STEAM, שבה האות A מייצגת את ה-Arts (אמנויות ועיצוב). הוספת העיצוב לליבת המדעים מהווה שינוי עומק באופן שבו תלמידים ניגשים לפתרון בעיות: בעוד שהתכן הנדסי המסורתי שואל "איך זה עובד?" ושואף לדיוק ויעילות, החשיבה העיצובית (Design Thinking) שואלת "עבור מי זה נועד?" ושואפת לאמפתיה, נוחות וחווית משתמש.

מורי העיצוב, כחלק מהחינוך הטכנולוגי היישומי, הם סוכני שינוי מנוסים המחזיקים מראש בנכסים הטבעיים שהמערכת כולה שואפת אליהם כעת: המיומנות בהובלת למידה מבוססת פרויקטים (PBL) והניסיון בפיוצח "בעיות רשעיות" (Wicked Problems) - אתגרים מורכבים שאין להם פתרון יחיד. יחד עם זאת, ההתייחסות בחזית התוכנית הלאומית דורשת מאיתנו שליטה בשפה של עולם ה-STEM, המעניקה למעצב את היכולת להוציא רעיונות מן הכוח אל הפועל.

תהליך העיצוב נדרש לשלב ידע מתחומים שונים, כמו מדע, טכנולוגיה, חברה ותרבות, כדי להבין לעומק את ההקשר והצרכים של בני אדם ולפתח עבורם פתרונות הוליסטיים ומדויקים. שילוב הידע הוא תהליך מורכב ומגוון, ואין דרך אחת נכונה לשלב בין התחומים. לעיתים החיבור יהיה רב-תחומי (Multidisciplinarity), כזה שבו תחומי דעת שונים פועלים זה לצד זה כפסיפס עשיר, ולעיתים הוא יהיה בין-תחומי (Interdisciplinarity) - מיזוג עמוק ואינטגרטיבי שבו הגבולות בין תחומי הדעת מטשטשים לכדי תרכובת אחת חדשה ומדויקת.

בסטודיו לעיצוב המודרני, המדע משמש לחקר "חוקי המשחק" של העולם הפיזי - המעצב אינו בוחר חומר רק על פי מראהו, אלא חוקר את תכונותיו בהיבט המדעי (תכונות כימיות, קצב התכלות והשפעה אקולוגית). הטכנולוגיה הופכת מחומר גלם חיצוני לחומר גלם אינטלקטואלי ופיזי כאחד, כאשר השליטה בייצור דיגיטלי ובבינה מלאכותית מאפשרת למעצב לזהות "נקודות עיוורון" ולנתח תרחישים מורכבים. לכך מתווספת החשיבה ההנדסית המשמשת כגשר הכרחי בין החזון היצירתי לבין היתכנות הייצור ועמידתו של המוצר במבחן המציאות. לבסוף, המתמטיקה משמשת כשפת המחקר והנתונים, המאפשרת לקבל החלטות מבוססות ראיות וליצור שפה חזותית הרמונית ומדויקת הנשענת על חוקי הטבע.

ד. מודל CLEAR בהנדסת פרומפטים

מהו מודל CLEAR

מודל CLEAR הוא מסגרת להנדסת פרומפטים שנועדה לשפר את איכות האינטראקציה עם מודלי שפה גנרטיביים באמצעות חמישה עקרונות פשוטים לכתיבת הנחיות יעילות יותר. המודל פותח בידי ד"ר ליאו לו, ובספריות אקדמיות ומדריכי אוריינות מידע הוא מוצג ככלי ידידותי במיוחד למתחילים, למורים ולסטודנטים העובדים עם מערכות כמו: ChatGPT ועוד.

היכן פותח ומי פיתח

המסגרת יוחסה לד"ר Leo S. Lo, ששימש בעת פיתוחה באוניברסיטת ניו מקסיקו, ובהמשך שימש דיקן הספריות באוניברסיטת וירג'יניה. היא הוצגה במאמרו "The CLEAR Path: A Framework for Enhancing Information Literacy through Prompt Engineering", שפורסם בכתב העת *The Journal of Academic Librarianship* והוצג גם במדריכי ספריות אקדמיות כמודל לקידום אוריינות מידע בעידן הבינה המלאכותית.

להלן מקורות מומלצים להעמקה

- המאמר המקורי של Leo S. Lo, "The CLEAR Path: A Framework for Enhancing Information Literacy through Prompt Engineering", המציג את ההיגיון, המטרות והעקרונות של המודל. digitalrepository.unm.edu/1
- מדריך הספרייה של Texas A&M University-Corpus Christi, המסכם את המודל, מייחס אותו לד"ר ליאו לו, ומציג אותו באופן בהיר ויישומי להוראה ולמחקר.

עקרונות המודל

CLEAR הוא ראשי תיבות של חמישה עקרונות: Concise, Logical, Explicit, Adaptive, Reflective. משמעותם היא: ניסוח קצר וממוקד; ארגון לוגי של הבקשה; הנחיות מפורשות; התאמה של הפרומפט לקהל, למשימה ולהקשר; ורפלקציה ביקורתית על התוצר שהתקבל. המאמר המקורי מדגיש כי עקרונות אלה מסייעים לא רק לייצר פלט מדויק יותר, אלא גם להעריך את איכותו, את רלוונטיותו ואת המידה שבה הוא מתאים לצורך הלימודי.

מטרות המודל

מטרת מודל CLEAR היא להציע דרך שיטתית, פשוטה וניתנת להוראה לכתיבת פרומפטים טובים, כך שמשמשים יוכלו להפיק תוצרים מדויקים, קוהרנטיים ורלוונטיים יותר ממערכות בינה מלאכותית. בהקשר החינוכי המודל נועד לחזק אוריינות מידע, חשיבה ביקורתית ויכולת הערכה של תוכן שנוצר בידי AI, ולא רק לשפר את "הבקשה הטכנית" מן המערכת.

ערך חינוכי לשדה העיצוב

בהקשר של מגמת אמנויות העיצוב, מודל CLEAR יכול לשמש מסגרת להוראת "שאלת שאלה טובה" - כלומר, היכולת לנסח בקשה מדויקת, ממוקדת ומודעת להקשר, לקהל היעד, למטרה העיצובית ולמגבלות האתיות של התהליך.

מאחר שהמודל כולל גם ממד רפלקטיבי, הוא מתאים במיוחד לשדה העיצוב, שבו תהליך העבודה נשען על חקר, איטרציה, בחינת חלופות, שיח ביקורתי והצדקת בחירות.

כלי להערכה ולמידה

מודל CLEAR יכול להוות כלי בעל ערך להערכה ומידה של אוריינות דיגיטלית, משום שהוא מאפשר לבחון לא רק אם תלמיד השתמש ב-AI, אלא כיצד השתמש בו. למשל, ניתן להעריך האם התלמיד ניסח פרומפט תמציתי וברור, האם בנה רצף לוגי של בקשות, האם הגדיר במפורש את סוג התוצר הרצוי, האם התאים את ההנחיה להקשר העיצובי, והאם בחן באופן ביקורתי את הפלט ושיפר את הפרומפט בהתאם.

מדיאלוג נקודתי לתהליך מתמשך

אחד היתרונות החשובים של CLEAR הוא האפשרות להפוך את העבודה עם AI מדיאלוג נקודתי לקבלת תשובה אחת, לתהליך מתמשך של שיחה, דיוקן, בדיקה ושיפור. במילים אחרות, המודל תומך במעבר משימוש חד-פעמי בכלי אל דיאלוג תהליכי עם בינה מלאכותית, שבו התלמיד שואל, מדייק, בוחן, מערער, משווה חלופות ומפתח חשיבה עיצובית לאורך זמן.

להרחבה על הנושא להלן מקורות:

https://en.wikipedia.org/wiki/Prompt_engineering

<https://uit.stanford.edu/service/techtraining/ai-demystified/prompt-engineering>

<https://flintk12.com/ai-glossary/prompt-engineering>

מודל RTFC ומודל CLEAR

<https://classwork.com/teachers-guide-to-prompting-with-rtfc-clear/>