

סתירה ויצירה

ג'ון בויד

John Richard Boyd, *Destruction and Creation*, September 1975

תרגום: דר' אורי גולדברג, 2015

קולונל ג'ון בויד היה טייס קרב, 'אייס', ממלחמת קוריאה. בהמשך הקריירה הפך בויד לאחד מן האסטרטגים הצבאיים החדשניים ופורצי הדרך שפעלו בארה"ב במהלך המאה ה-20. בין פיתוחיו

נמנים תיאורית ה- Energy-Maneuverability של לוחמה אווירית ו- OODA Loop, כמו גם תפקידים משמעותיים בעיצובו של מטוס ה-F16 ושל הפלישה האמריקאית לעיראק ב-1991.

המאמר המצורף הוא תרגום של טקסט שנכתב על ידו ב-1975. כמי שהוביל את החשיבה הביקורתית והיצירתית במערכת הלמידה העצמאית האמריקנית ברבע האחרון של המאה הקודמת, מאמר זה מבטא מבחינות רבות את תפי שותיו הפילוסופיות והפרגמטיות. עד היום, מאמר זה מספק את ההסבר החלוצי והמקיף ביותר לתנאים שבהם אמורה לפעול מערכת למידה צבאית. אנחנו מוצאים את המאמר הזה רלבנטי ביותר לתפי שות של אסטרטגיה ולמ ידה שאנחנו מנסים לקדם בהשתלמות. למרות שאין במאמר הערות שוליים, בויד צירף את רשימת הספרים שקרא על מנת לגבש את התפי שה המגולמת בטקסט. לכן, אנחנו ממליצים להעיף עין ברשימת הקריאה של בויד המופיעה בסוף המאמר.

אנחנו מפתחים דפוסים מנטאליים, או תפישות של משמעות, על מנת שנוכל להבין את סביבתנו ולהתמודד איתה. מטרתו של מאמר זה היא לתאר בקצרה כיצד אנחנו משמידים ויוצרים את הדפוסים הללו כדי לאפשר לעצמנו לעצב את הסביבה המשתנה ולהיות מעוצבים על ידה. הדיון במאמר מדגים באופן מילולי מדוע איננו יכולים להימנע מפעולה כזו אם בכוונתנו לשרוד בתנאים שלנו. זוהי פעולה דיאלקטית באופייה, המייצרת גם סדר וגם תוהו ובוהו. אלו מתהווים כיקום משתנה ומתרחב של תפי שות המתאים עצמו ליקום משתנה ומתרחב של המציאות שבה אנחנו פועלים ואותה אנחנו קולטים ומעבדים.

המטרה: הרס ויצירה

מחקרים של התנהגות אנושית חושפים כי הפעולות שאנו מבצעים כיחידים קשורות באופן הדוק להישרדות, ובעיקר להישרדות בתנאים שאנחנו מציבים לעצמנו. תובנה כזו מבוססת על ההנחה שאנחנו מסוגלים לפעול באופן שמשוחרר (יחסית) מכוחות חיצוניים ומגבילים. אחרת, הישרדותנו עצמה נמצאת בסכנה. אם נגדיר כך את אינסטינקט הזה ישרדות שלנו, הרי אנחנו מניחים שאחת ממטרותינו הבסיסיות כפרטים היא לשפר את יכולתנו לפעול באופן עצמאי. עוצמת שיתוף הפעולה שלנו, או התחרות, עם אחרים מונעת מן הצורך להגשים את המטרה הבסיסית הזו. אם אנחנו מאמינים כי לא נוכל לעמוד בה לבדנו, ללא כל עזרה מאחרים, ההיסטוריה מראה כי נסכים למגבלות על יכולתנו לפעול באופן עצמאי כדי שנוכל לייצר מאגר משותף של כישורים וכשרונות. אומות, תאגידים, איגודים מקצועיים והמאפיה הן דוגמאות למאגרי כשרונות כאלו, המאפשרים לנו להתגבר על מכשולים שעומדים בדרכנו להגשמת המטרה הבסיסית. מצד שני, אם הקבוצה איננה יכולה או שאיננה מנסה להתגבר על מכשולים המקשים על רבים (או על כל אחד) מחבריה האינדיבידואליים, הרי שקיים סיכון כי הקבוצה תאבד את החברים הללו כיוון שיחושו מנוכרים לה

ולמטרותיה. בנסיבות כאלו עשויים החברים המנוכרים לקטוע את הקשר שלהם לקבוצה ולהיותר עצמאיים, ליצור קבוצה משל עצמם, או להצטרף לגוף קולקטיבי אחר שישפר את יכולתם הפרטית לפעול באופן עצמאי:

סביבה

בעולם האמיתי, בו מוגבלים המשאבים והכישורים, יחידים וקבוצות יוצרים, מפרקים ויוצרים מחדש קשרים ועמדות של תחרות ושיתוף פעולה במאבק מתמשך להתגבר על מכשולים פיזיים, חברתיים או סביבתיים. בהקשר של שיתוף פעולה ושילוב כישורים וכשרונות, הרי שההתגברות על מכשולים משמעה יכולת משופרת לפעולה עצמאית עבור כל המעורבים בשילוב. בהקשר התחרותי, במצב בו יחידים וקבוצות מתחרים על משאבים וכישורים נדירים, הרי שיכולת משופרת לפעולה עצמאית בקרב יחידים ספציפיים או קבוצות ספציפיות מגביל את יכולתם של יחידים אחרים או קבוצות אחרות לפעול באופן עצמאי. באופן טבעי, השילוב בין מחסור אמיתי ומטרה שדורשת התגברות על אותו מחסור מעצימה את מאבקם של יחידים ושל קבוצות להתמודד עם הסביבה הפיזית והחברתית שלהם

הצורך בהחלטות

פעולות והחלטות הופכות חשובות במיוחד אל מול רקע מעין זה. יש לנקוט בפעולות שוב ושוב ולעשות זאת בדרכים שונות. יש לקבל החלטות באופן שמודע, עוקב וקובע את טיבן המדויק של הפעולות שיש לנקוט על מנת להגשים את המטרה. על מנת שנקבל החלטות כאלו בזמן, עלינו להיות מסוגלים לייצר תפישות מנטאליות (או המשגה) של המציאות סביבנו, כפי שאנחנו קולטים אותה, ולשנות תפישות אלו כאשר נדמה לנו שהמציאות עצמה משתנה. תפישות (המשגות) אלו תוכלנה לשמש אותנו כמודלים של החלטות, ואלו יסייעו לנו לשפר את יכולתנו לפעול באופן עצמאי. דרישה כזו להחלטות המשפיעות מוחשית על

השרדותנו מעלה את השאלה הבאה : כיצד ניתן לחולל או ליצור את התפי שות המנטאליות (המשגות) התומכות בקבלת החלטות מעין זו?

יצירת תפישות

שתי דרכים בולטות קיימות לפיתוח של תפישות מנטאליות (המשגות) ולשליטה בהן כך שתייצגנה את המציאות כפי שאנחנו קולטים אותה : נוכל להתחיל ממכלול שלם ולפרק אותו לגורמיו , או שנוכל להתחיל מן הגורמים ולהתקדם לעבר מכלול שלם. במלים אחרות (אך קשורות), נוכל ללכת מן הכללי אל הספציפי או מן הספציפי אל הכללי? אם נחשוב על זה קצת נראה שד דוקציה קשורה להתקדמות מן הכללי אל הספציפי , בעוד שאינדוקציה קשורה להתקדמות מן הספציפי אל הכללי. האם נוכל לחשוב על פעולות אחרות שקשורות לשני הרעיונות המנוגדים הללו ? הם ניתוח (אנליזה) אינו קשור להתקדמות מן הכללי אל הספציפי ? האם סינתזה, ההפוכה מאנליזה, אינה קשורה להתקדמות מן הספציפי אל הכללי? ואם נחבר בין התובנות הללו, האם לא ניתן לומר שהתקדמות מן הכללי אל הספציפי קשורה לדדוקציה ולניתוח (אנליזה) בעוד שהתקדמות מן הספציפי אל הכללי קשורה לאינדוקציה ולסינתזה ? האם אפשר לחשוב על דוגמאות המתאימות להמחשה של שני הרעיונות הנוגדים הללו? בקלות. האלגברה הדיפרנציאלית מתקדמת מן הכללי אל הספציפי – מפונקציה לנגזרת שלה. האם לא נובע מכך שהשימוש והישום של אלגברה דיפרנציאלית קשור לדדוקציה ולאנליזה ? מאידך, האלגברה האינטגרלית מתקדמת הפוך, מן הנגזרת אל הפונקציה שלה. לפיך, האין השימוש והיישום של אלגברה אינטגרלית קשור לאינדוקציה ולסינתזה? לסיכום, נוכל לראות שהתקדמות מן הכללי אל הספציפי קשורה לדדוקציה , לאנליזה ולדיפרנציאלית (הבחנה) בעוד שהתקדמות מן הספציפי אל הכללי קשורה לאינדוקציה, סינתזה ואינטגרציה (שילוביות).

נניח לשניה לשתי השרשראות הר עיוניות הללו ונתקוף את הענין מזווית שונה מעט . דמיינו בבקשה מכלול שלם ואת רכיביו הספציפיים. כעת דמיינו מכלול אחר ואת רכיביו שלו. דמיינו בשלישית עוד מכלול על רכיביו. אם נחזור על פעולת הדמיון שוב ושוב נוכל לדמיין כל מספר שהוא של מכלולים והרכיבים המייצרים אותם . במהלך חיינו אנחנו מפתחים באופן טבעי תפישות של משמעות (על רכיביהן) כדי לייצג את המציאות הנצפית על ידינו. האם אי אפשר לדמות בין התפישות הללו על רכיביהן ובין המכלולים והרכיבים שזה עתה יצרנו בדמיוננו? ודאי שאפשר. ומה יקרה אם נהרוס את ההתאמה בין כל מכלול או תפישה ובין רכיביהן? כלומר, מה יקרה אם נדמיין את קיומם של הרכיבים , אך נעמיד פנים שהמכלולים או התפישות אותם הרכיבו קודם לכן אינם קיימים יותר ? התוצאה תהיה רכיבים או פרטים רבים ששוחים ללא תכלית בים של אנרכיה . נתקל בחוסר ודאות ובאי סדר במקום במשמעות ובסדר. יתר על כן, נוכל לראות שהרס כזה של מכלולים , ערעור המבנה הפנימי שלהם , טלטול ההתאמה של כל אחד מהם עם הר כביים הבונים אותו, קשור לדדוקציה , אנליזה והבחנה (דיפרנציאציה). לערעור מבני כזה נוכל לקרוא היקש (דדוקציה) הרסני (destructive deduction)

אל מול אי סדר ותוהו ובוהו במימדים כאלו , כיצד אפשר ליצור מחדש סדר ומשמעות ? אם נחזור אל השרשרת הרעיונית המתקדמת מן הספציפי אל הכללי , אינדוקציה, סינתזה ואינטגרציה, אפשר להניח שנוכל ליצור מכלול או תפישה חדשים אם נוכל למצוא איכויות, תכונות או פעולות המשותפות לכמה מן הרכיבים ששוחים כרגע בים האנרכיה. דרך חוטים מקשרים כאלו (המייצרים משמעות) נוכל לסנתז רכיבים המייצרים בעצמם מכלולים כמו אלו שזה עתה השמדנו. רכיבים כאלו יאפשרו לנו גם לקשר בין מכלולים . על ידי חיבור של רכיבים ספציפיים נוכל לייצר מכלול או תפישה חדשים , כל עוד אנחנו זוכרים שלא להשתמש

בפרטים אלו באותו סדר שאנחנו מזהים עם אחד המכלולים אותם גרשנו מן הדמיון שלנו.

סינתזה כזו בודאי תבהיר שייצרנו משהו חדש ושונה מכל מה שהיה קיים לפניו. ואם נחזור לשרשרת הרעיונית שלנו, הרי שיצירתיות קשורה לאינדוקציה, לסינתזה ולאינטגרציה כיוון שאנחנו מתקדמים מפרטים ויחידים אל דפוס או תפישה כלליים יותר. נוכל לכנות פעולה כזו בשם אינדוקציה יוצרת (creative induction). חשוב לשים לב לכך שהמהלך הקריטי המאפשר אינדוקציה מייצרת כזו הוא ההפרדה של הפרטים מן המכלולים הקודמים שלהם בעזרת ההיקש (דדוקציה) ההרסני. בלי ערעור המבנה לא נוכל להתחיל ביצירתו של מבנה חדש, כיוון שהפרטים עדיין קשורים זה לזה באופן בעל משמעות במסגרת מכלולים או תפישות שאיש אינו קורא עליהם תגר.

אם ניזכר לרגע שאנחנו משתמשים בתפישות או בדפוסים מנטאליים (המשגות) על מנת לייצג את המציאות, נוכל להבין מכך שהרס המבנה ויצירתו מחדש כפי שהדגמנו אותם זה עתה, מראים לנו דרך לשינוי תפיסתנו את המציאות. כמובן שגישה כזו מניחה כי הדפוס המתהווה של רעיונות ואינטראקציות חייב להיות עקבי ותואם למציאות. על מנת שנוכל לבדוק ולוודא את לכידותו הפנימית של הדפוס הזה, עלינו לנסות ולראות אם נוכל למצוא את דרכנו אחורה, אל הרכיבים המקוריים בהם השתמשנו בתהליך של אינדוקציה יוצרת. אם לא נוכל להחליף כיוון באופן כזה, הרי שהרעיונות והאינטראקציות עומדים בסתירה אלו לאלו ולכן אינם עקביים או לכידים. מצד שני, זה לא אומר שעלינו פשוט להפטר מן המבנה כולו. עלינו לנסות ולזהות את הרעיונות (הפרטניים) ואת האינטראקציות שנדמה כי קיים ביניהם דפוס קוהרנטי של פעילות באופן שמבחינן ביניהם ובין רעיונות אחרים.

כאשר אנחנו מבצעים משימה זו, אנחנו בודקים את האפשרות להפוך כיוון חשיבה אך רואים גם אלו רעיונות

ואינטראקציות מתאימים לרשמים שלנו מן המציאות . אם נשתמש ברעיונות ובאינטראקציות שעוברים את המבחן הזה יחד עם רעיונות חדשים (שהם תוצר של היקש הרסני) או כל רעיון מבטיח אחר שנולד מן היקש ההרסני המקורי , נוכל אז לנסות שוב לגלות איכויות משותפות וכך לנסות וליצור מחדש את התפישה המקורית ואולי אפילו ליצור תפישה (המשגה) חדשה. כמו כן , כך נבדוק שוב את האפשרות להפוך כיוון חשיבה והתאמה מול המציאות. נחזור שוב ושוב על מחזור זה של הרס ויצירה עד שנוודא לכידות פנימית והתאמה למציאות.

חשד

כאשר מגיעים למצב סדור (ונעים) כזה, התפישה הופכת להיות דפוס לכיד וקוהרנטי של רעיונות ואינטראקציות וניתן להשתמש בה כדי לתאר היבט מסוים של המציאות כפי שאנו קולטים אותה. התוצאה היא שקיים תמריץ קלוש (אם בכלל) לשקול רעיונות או אינטראקציות חלופיים על מנת להרחיב, להשלים או לשנות את התפישה . במקום זאת , המאמץ מופנה פנימה לעבר שכלול וזיקוק של הרעיונות והאינטראקציות. מטרתו של שכלול זה היא הרחבת הכלליות של תיאור המציאות הנדון והתאמה מדויקת יותר של הדפוס התפישתי למציאות . לטובת היעד הזה אנחנו בוחנים ומשווים שוב ושוב את התפישה (ואת רכיביה הפנימיים) אל מול תופעות שכבר קלטנו ועבדנו . אנחנו מבצעים את הבדיקה וההשוואה באופני רבים ושונים. מאמץ חזרתי כזה, המופנה פנימה ומבקש להסביר היבטים מעודנים יותר ויותר של המציאות , רומז (באופן מטריד) שלעתים עשויות אנומליות, דוגמאות של חוסר ודאות, כמו גם ערפול ואי-דיוקים להתגלות ולערער התאמה כללית ומדויקת יותר של התפישה עם המציאות הנצפית. מדוע אנו חושדים בכך?

מצד אחד , אנחנו מבינים שהעובדות , התפישות, הרעיונות, הרשמים, האינטראקציות וכו', כל אלו שהפרדנו קודם מן המכלולים להם היו שייכים, חוברו יחדיו ויצרו דפוס תפישתי

חדש. מצד שני, אנחנו חושדים שמה שאנחנו קולטים כעת מן המציאות המתנהלת סביבנו יגלה לנו בסופו של דבר דברים שחורגים ממה שקלטנו מן המציאות ומדפוסי המחשבה בהם עשינו שימוש קודם לכן. אם כך המצב, הרי שעלינו לצפות לחוסר התאמה בין מה שנקלוט מן המציאות לבין התפישות והדפוסיים שננסה לנסח עבור אותה מציאות עצמה. אם נניח אחרת, הרי זה כאילו הודינו שכל הרכיבים והפרטים שעשינו בהם שימוש קודם לכן ייצרו עבורנו את אותה סינתזה בדיוק כמו הפרטים החדשים והרשמים החדשים שחלצנו לאחר שמוטטנו את המכלולים הקיימים. במלים אחרות, זה יהיה כאילו שנודה בכך ש-□ שווה □. אם נרצה למנוע מעצמנו את המצב המטריד הזה, כנראה שעלינו לצפות לחוסר התאמה מסוים בין המציאות ה נצפית על ידינו ובין האופן המושגי-תפישתי בו אנחנו מתארים את מה שקלטנו. התובנה הזו אינה חדשה. היא נגזרת מן התגליות של קורט גדל וורנר הייזנברג.

חוסר שלמות ועקביות

קורט גדל עורר סערה בעולם המתמטיקה והלוגיקה כאשר הכריז, ב-□□□□, שלא ניתן להכיל את המתמטיקה בתוך מערכת אחת בלבד של לוגיקה. הוא עשה זאת על ידי כך שהוכיח כי כל מערכת עקבית המכילה בתוכה את האריתמטיקה (פעולות חשבון פשוט) של מספרים שלמים לא יכולה להיות שלמה בעצמה. במלים אחרות, קיימים משפטים או מושגים בתוך המערכת שלא ניתן להסיק מהנחות היסוד היוצרות את המערכת לאחר מכן הוא הוכיח שלמרות היותה של מערכת כזו עקבית, הרי שלא ניתן להדגים עקביות זו במסגרת המערכת עצמה.

תוצאה כזו אינה רומזת על כך שלא ניתן להוכיח עקביות של מערכת. היא מבהירה רק שלא ניתן לייצר הוכח ה כזו בתוך המערכת פנימה. למען האמת, מאז גדל הוכיחו כבר גרהארד גנצן (Gentzen) ואחרים שניתן להוכיח את עקביותה של האריתמטיקה על ידי פניה למערכות החיצוניות

לאריתמטיקה. ההוכחה של גדל מראה בעצם באופן עקיף שעל מנת לקבוע האם מערכת חדשה היא עקבית, עלינו לייצר או לחשוף מערכת נוספת מעבר למושא הבדיקה שלנו. מחזור זה מתבצע שוב ושוב, על מנת לקבוע את עקביותן של מערכות ההופכות ונהיות מורכבות יותר ויותר.

נשים לרגע את התהליך הזה בצד, ונתמקד באופן שבו התובנות של גדל משפיעות על הניסיון לשפר את ההתאמה בין תפישות ומושגים והמציאות כפי שהיא נצפית על ידינו. על מנת לעשות זאת, נשקול שני סוגים של עקביות: עקביותה של התפישה (או של המושג) ועקביותה של ההתאמה בין המציאות כפי שהיא נצפית ובין התיאור התפישתי-מושגי של המציאות. אם נניח, בהקשר זה, כתוצאה של היקשים הרסניים ואינדוקציות יוצרות, שיש לנו תפישה עקבית והתאמה עקבית, הרי שאנחנו לא אמורים לגלות הבדלים כלשהם בין הקליטה שלנו לתיאור התפישתי שלנו. ובכל זאת, כפי שכבר ראינו, אנחנו משתמשים ברשמנו ובקליטתנו על מנת לעצב או לנסח תפישה מחד; מאידך, אנחנו משתמשים בתפישה או במושג על מנת לעצב חקירות עתידיות או אופני קליטה עתידיים של המציאות

רצוא ושוב, שוב ושוב, אנחנו משתמשים במידע שקלטנו על מנת לחדד תפישה, ובתפישה על מנת לחדד קליטה. בנסיבות אלו, תפישה או מושג ודאי שאינם מושלמים כיוון שאנחנו מסתמכים על מערך קולט המשתנה כל הזמן כדי לנסח או לעצב את התפישה-מושג. באופן דומה, הקליטה שלנו את המציאות ודאי אינה שלמה גם היא, כיוון שאנחנו מסתמכים על תפישה משתנה ועל מושגים משתנים כדי לנסח ולעצב את אופיין של חקירות וקליטות חדשות. לפיכך, אם נכנס עוד מעט בעבי הקורה, עלינו להודות שקיימים הבדלים בין הקליטה שלנו והאופן התפישתי בו אנחנו מתארים את אותה קליטה; ומכאן אפשר להסיק גי לא נוכל לקבוע בודאות עקביות של מערכת – בהקשר של התפישה

בה היא מוכללת, וגם בהקשר של התאמתה למציאות תצפית – אך ורק בתוך המערכת עצמה.

יתר על כן, לא ניתן לקבוע עקביות כזו גם כאשר הדיוק והמורכבות של התופעות הנקלטות מתקרבת לדיוק ולעידון של הקולט – אותו אדם המייצר את הזיקות בין הרעיונות והאינטראקציות שמרכיבים את התפישה. עניין זה בא לידי ביטוי לא רק בהוכחה של גדל, אלא גם בעקרון האי ודאות או האי קביעות (indeterminacy) של הייזנברג.

אי קביעות ואי ודאות

עקרון האי ודאות שנחשף על ידי ורנר הייזנברג ב- □□□□ הראשה שלא ניתן לקבוע או לוודא בדיוק באופן סימולטני את תאוצתו של חלקיק (או של גוף) וגם את מיקומו. באופן ספציפי, הייזנברג הדגים שעקב נוכחותו והשפעתו של האדם הקולט והצופה, מכפלת האי ודאות (תאוצה) באי ודאות (מיקום) שווה או גדולה ממספר קטן (קבוע פלאנק) המחולק במסה של החלקיק או הגוף שאת תאוצתו ומיקומו אנחנו בוחנים. ובמלים אחרות:

כאשר:

$$\Delta V - \text{אי ודאות (תאוצה)}$$

$$\Delta Q - \text{אי ודאות (מיקום)}$$

$$h/m \text{ הוא קבוע פלאנק } (h) \text{ המחולק במסה } (m)$$

בחינה של העקרון של הייזנברג מגלה כי ככל המסה קטנה, כך האי ודאות גדלה. וכעת, לאור היחס הזה, אפשר לומר שבמצב בו הדיוק, או המסה, של תופעה נצפית ונקלטת היא קטנה, מן הדיוק (או מן המסה) של התופעה הצופה הקולטת

(אנחנו, בני האדם, למשל), הרי שערכי האי ודאות גדולים לפחות כמו (ואף יותר מן) התאוצה והמיקום שאנחנו יכולים לשייך לגופים בהם אנחנו צופים. במלים אחרות, כאשר ההבחנה בין הצופה לנצפה מתחילה להעלם, ערכי האי ודאות מסתירים מפנינו את התנהלותה של התופעה הנצפית. ואם לנסח את זה שוב באופן אחר, הצופה קולט מן התופעה הנצפית תנהלות שאינה ודאית או סדורה, התנהלות שנראית פראית אך היא עולה בקנה אחד עם עקרון האי ודאות. בנסיבות אלו, ערכי האי ודאות מייצגים את חוסר היכולת לקבוע את טיבה או אופיה (עקביותה) של מערכת בתוך עצמה. מצד שני, אם הדיוק והעידון של התופעה הנצפית פחות משמעותית מן הדייק והעידון של התופעה הצופה (של האדם הצופה), הרי שערכי האי ודאות הופכית קטנים משמעותית מערכי התאוצה והמיקום היחסי של הגופים הנצפים. בנסיבות אלו אפשר לקבוע את טיבה או אופיה של מערכת – גם אם לא בדיוק, כיוון שערכי האי ודאות אינם מסתירים מפנינו את התנהלותה של התופעה הנצפית ואינם מרמזים על התנהלות פראית או בלתי סדורה אם נזכור שעקרון האי ודאות של הייזנברג מסתמך בעצם על הנוכחות וההשפעה הבלתי ניתנות לקביעה של מי שצופה וקולט, נוכל לראות (כפי שחושפות הדוגמאות בהן השתמשנו) שעוצמת ערכי האי ודאות מייצגת את עוצמת ההתערבות של הצופה הקולט בתופעה הנצפית. כאשר ההתערבות טוטאלית (כלומר, כאשר אין הבחנה בין הצופה לנצפה, או בין הקולט לנקלט) ערכי האי ודאות מרמזים על התנהלות בלתי סדורה. כאשר ההתערבות נמוכה, ערכי האי ודאות לא מסתירים את התנהלותה של התופעה הנצפית, והם גם אינם מרמזים על התנהלות לא סדורה. במלים אחרות, לא רק שערכי האי ודאות מייצגים את דרגת ההתערבות של הצופה והקולט בנצפה, אלא שהם מייצגים גם את עוצמת הבלבול והאי סדר שנחווים על ידי הצופה והקולט.

אנטרופיה והחוק השני של התרמודינאמיקה

בלבול ואי סדר קשורים גם למושג האנטרופיה ו לחוק השני של התרמודינאמיקה. אנטרופיה היא מושג שמייצג את פוטנציאל העבודה, את המסוגלות (capacity) לפעול, או את דרגת הבלבול והאי סדר הקשורים לאיזוהי פעילות פיזית או כזו שנועדה לאסוף ולהפיץ מידע. אנטרופיה גבוהה מרמזת על פוטנציאל עבודה נמוך, מסוגלות נמוכה לפעול והדרגה גבוהה של בלבול או אי סדר. אנטרופיה נמוכה מרמזת על מצב הפוך. בהקשר זה, החוק השני של התרמודינאמיקה קובע שכל התהליכים הטבעיים בהם ניתן לצפות מחוללים אנטרופיה. מן החוק הזה נובע שהאנטרופיה הולכת וגוברת במערכת סגורה, ובעצם גם בכל מערכת שאיננה מסוגלת לתקשר באופן מסודר על מערכות או סביבות אחרות הנמצאות מחוצה לה. ולכן, בכל פעם שאנחנו מבקשים לעבוד או לפעול בתוך מערכת כזו – תפישה והתאמתה למציאות, למשל – עלינו לצפות להתגברות האנטרופיה ומכאן גם לעליה ברמת הבלבול והאי סדר. המשמעות היא שלא נוכל לקבוע את טיבה או אופיה (עקביותה) של מערכת כזו בתוך עצמה, כיוון שהמערכת נעה כל העת ובאופן בלתי הפיך אל דרגה גבוהה יותר (גם אם היא אינה ידועה כרגע) של בלבול ואי סדר.

הרס ויצירה

איזו מסקנה מעניינת! לפי גדל איננו יכולים, באופן כללי, לקבוע את עקביותה (אופיה או טיבה) של מערכת מופשט בתוך אותה מערכת עצמה. על פי הייזנברג והחוק השני של התרמודינאמיקה, כל ניסיון לעשות זאת בעולם האמיתי יחשוף אי ודאות ויחולל אי סדר. משלושת הרעיונות הללו נובעת המסקנה שכל מאמץ מתמשך ומכוון-פנימה לשפר את ההתאמה בין תפישה של המציאות ובין המציאות הנצפית עצמה, סופו להגביר את חוסר ההתאמה. בסביבה כזו רק יגדלו חוסר הודאות והאי סדר, כפי שמדגימים עקרון האי ודאות של הייזנברג והחוק השני של התרמודינאמיקה,

בהתאמה. בניסוח אחר, אנחנו יכולים לצפות לתכיפות הולכת וגוברת של ערפול, חוסר ודאות, אנומליות וחוסר עקביות מטרידים בניסיון שלנו להמשיג את המציאות הנצפית. יתר על כן, אם לא נזכה לסיוע או להקלה כלשהם, נוכל להניח שהבלבול יגבר עד האי סדר יגיע לדרגת תוהו ובוהו – מוות.

למרבה המזל, ישנה דרך מילוט. זכרו, כפי שהראינו קודם, שניתן לייצר תפישה או המשגה חדשות על ידי ביצוע מחזור של היקשים הרסניים ואינדוקציות יוצרות זכרו גם שעל מנת לבצע את הפעולות הדיאלקטיות הללו עלינו לערער ולמוטט את הד פוסים התפישתיים הנוקשים שקנו להם שליטה במוחנו (זה לא צריך להיות קשה מדי, כיוון שהבלבול והאי סדר הגוברים מסייעים לנו לערער על דפוסים קיימים). בשלב הבא עלינו למצוא איכויות, תכונות או פעולות משותפות שיכולות לקשר בין עובדות, תפישות, רעיונות, רשמים, אינטראקציות ותצפיות מבודדות. כל זאת על מנת ליצור תפישות ומושגים שייצגו את העולם האמיתי. לבסוף, עלינו לחזור על תהליך זה של ערעור ובניה עד שנפתח תפישה שמתחילה לעלות בקנה אחד עם המציאות. אם נעשה כל זאת – בהתאם למסקנותיהם של גדל והייזנברג ולחוק השני של התרמודינאמיקה – נגלה שהאי ודאות והאי סדר שמחוללת מערכת המכוונת- פנימה כאשר היא מדברת לעצמה, אלו ניתנים לסתירה על ידי יציאה החוצה ויצירתה של מערכת חדשה. בניסוח פשוט, אפשר לצמצם אי ודאות ואת האי סדר הקשור אליה על ידי המהלך השכלתני והמכוון של יצירת תפישה גבוהה, רחבה וכללית יותר לייצוג המציאות.

כאשר נפנה פנימה על מנת להשתמש בתפישה זו לשיפור ההתאמה שלנו על המציאות נגלה, כמובן, שהתפישה החדשה וההתאמה שלה למציאות הנצפית מתחילות להרוס את עצמן בפנים, בדיוק כפי שקרה קודם לכן. המחזור הדיאלקטי של ההרס והבניה מתחיל לחזור על עצמו בשנית.

ובמלים אחרות, כפי שמציאה הוכחת חוסר השלמות של גדל, אנחנו מסיקים שהתהליך של בניה, הרס, בניה מחדש, הרס ובניה מחדש חוזר על עצמו באופן אינסופי ומחולל רמות גבוהות ורחבות יותר ויותר של חשיבה. בדרמה הזו, מחזור החליפין בין האנטרופיה הגוברת לקראת יותר ויותר אי סדר ובין האנטרופיה המצטמצמת לקראת יותר ויותר סדר הוא רק חלק אחד ממנגנון בקרה שמניע ומווסת את מחזור ההרס והיצירה המוביל להבנה רחבה יותר של המציאות. אם נקשור בין מחזור ההיקש (דדוקציה)/אינדוקציה למטרה הבסיסית שהזכרנו בתחילת המאמר, אני סבור שגילינו מנוע דיאלקטי המאפשר בניה של מודלים לקבלת החלטות להם זקוקים בני אדם וגם חברות כדי לקבוע אלו פעולות דרושות להם בניסיונם המתמשך לפעול באופן עצמאי.

יתר על כן, כיוון שמנוע זה מכוון להגשים מטרה בסיסית זו, הרי שהמאמץ להגשימה הוא בעצם הצד השני של מנגנון הבקרה שמניע ומווסת את מחזור ההרס והיצירה לקראת הבנה רחבה יותר של המציאות. בהקשר זה, כאשר אנחנו פועלים בתוך מערכת קשיחה (מערכת סגורה), המאמץ של יחידים וחברות לשפר את יכולתם לפעול באופן עצמאי נוטה לייצר אי סדר המוביל לשרירותיות ולמוות. מצד שני, כפי שכבר הראינו, האי סדר שנוצר מחוסר ההתאמה ההולך ומתרחב בין תפישת המציאות שלנו והמציאות הנצפית, הרי שהוא פותח או הורס את המבנה של המערכת עצמה. כאשר היקש הרסני כזה מתבצע, המערכת נוטה לעבר האינדוקציה היוצרת כדי לעצור את הגלישה אל התוהו ובוהו. הנטייה אל האינדוקציה נובעת מן הצורך מוכוון המטרה להגביר את הסדר בעולם.

זהו פרדוקס. הגברת האנטרופיה מאפשרת גם הרס של מערכת סגורה, וגם את היצירה של מערכת חדשה על מנת לבטל את ההתדרדרות לשרירותיות ומוות. מושג האנטרופיה כפי שהוא מנוסח בחוק השני של התרמודינאמיקה, ולצדו המטרה הבסיסית של יחידים וחברות (להגביר את יכולתם

לפעול באופן עצמאי), פועלים יחדיו בהרמוניה דיאלקטית
המניעה ומווסתת את הפעולה ההורסת /יוצרת,
דדוקטיבית/אינדוקטיבית – מה שת יארנו קודם לכן כמנוע
דיאלקטי. התוצאה היא יקום משתנה ומתרחב של תפישות
מנטאליות המותאם ליקום משתנה ומתרחב של מציאות
נצפית. כפי שציינו קודם לכן, תפישות מנטאליות אלו
משמות כמודלים לקבלת החלטות עבור יחידים וחברות על
מנת לקבוע אלו פעולות דרושות להם כדי להתמודד עם
סביבתם – או לשפר את יכולתם לפעול באופן עצמאי.

BIBLIOGRAPHY

1. Beveridge, W. I. B., *The Art of Scientific Investigation Vintage Books*, Third Edition 1957
2. Boyd, John R., "Destruction and Creation," 23 Mar 1976
3. Brown, G. Spencer, *Laws of Form*, Julian Press, Inc. 1972
4. Conant, James Bryant, *Two Modes of Thought*, Credo Perspectives, Simon and Schuster 1970
5. DeBono, Edward, *New Think*, Avon Books 1971
6. DeBono, Edward, *Lateral Thinking: Creativity Step by Step*, Harper Colophon Books 1973
7. Foster, David, *The Intelligent Universe*, Putnam, 1975
8. Fromm, Erich, *The Crisis of Psychoanalysis*, Fawcett Premier Books 1971
9. Gamow, George, *Thirty Years That Shook Physics*, Anchor Books 1966
10. Gardner, Howard, *The Quest for Mind*, Vintage Books 1974
11. Georgescu-Roegen, Nicholas, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard U. Press 1971

o

12. Gödel, Kurt, "On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems," pages 3-38, *The Undecidable*, Raven Press 1965
13. Heilbroner, Robert L., *An Inquiry into the Human Prospect*, Norton and Co. 1974
14. Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy*, Harper Torchbooks 1962
15. Heisenberg, Werner, *Across the Frontiers*, World Perspectives, Harper and Row 1974
16. Hoyle, Fred, *Encounter with the Future*, Credo Perspectives, Simon and Schuster 1968
17. Hoyle, Fred, *The New Face of Science*, Perspectives in Humanism, World Publishing Co. 1971
18. Kramer, Edna E., *The Nature and Growth of Modern Mathematics*, Fawcett Permier Books 1974
19. Kuhn, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press 1970
20. Layzer, David, *The Arrow of Time*, Scientific American, December 1975
21. Levinson, Harry, *The Exceptional Executive*, Mentor Books 1971
22. Maltz, Maxwell, *Psycho-Cybernetics*, Wilshire Book Co. 1971
23. Nagel, Ernest and Newman, James R., *Gödel's Proof*, New York U. Press 1958
24. Osborne, Alex F., *Applied Imagination*, Scribners and Sons 1963
25. Pearce, Joseph Chilton, *The Crack in the Cosmic Egg*, Pocket Book 1975
26. Pearce, Joseph Chilton, *Exploring the Crack in the Cosmic Egg*, Pocket Book 1975
27. Piaget, Jean, *Structuralism*, Harper Torchbooks 1971
28. Polanyi, Michael, *Knowing and Being*, University of Chicago Press 1969
29. Singh, Jagjit, *Great Ideas of Modern Mathematics: Their Nature and Use*, Dover 1959
30. Skinner, B.F., *Beyond Freedom and Dignity*, Bantom/Vintage Books 1972
31. Thompson, William Irwin, *At the Edge of History*, Harper Colophon Books 1972
32. Thompson, William Irwin, *Evil and World Order*, World Perspective, Harper and Row 1976
33. Tse-Tung, Mao, *Four Essays on China and World Communism*, Lancer Books 1972
34. Waismann, Friedrich, *Introduction to Mathematical Thinking*, Harper Torchbooks 1959
35. Watts, Alan, *The Book*, Vintage Books 1972
36. Yukawa, Hideki, *Creativity and Intuition*, Kodansha International LTD 1973

