

#### <sup>4</sup>Brave Neuro Worlds

#### **המאה של המוח?**

אפשר להניח שכאשר הוכרז ב-1990 שהעשור החדש יהיה "העשור של המוח", אותם האנשים שעמדו מאחורי ההכרזה הזאת לא יכלו לדעת בבטחה שזמן קצר לפני תום העשור ילכו מומחים לחיזוי העתיד צעד אחד נוסף קדימה, ויכריזו על המאה הבאה כעל "המאה של המוח". מאז עלה מפלס הציפיות, שכן עם הפענוח של הגנום האנושי – מה שהוביל, אגב, למספר גדול של שאלות חדשות – הגיעה העת לפתירתה של חידת כל החידות ולמתן הסבר מדעי לשאלת הקשר בין המוח לנפש. "הביולוגיה של הנפש" – כך נשמעת הנוסחה החדשה המאגדת את כלל המאמצים של מדעי הקוגניציה. "הסבר הנפש האנושית מנקודת מבט ביולוגית הפך במאה ה-21 לאחת המטרות החשובות ביותר של מדעי הטבע. אנו מעוניינים להבין את טבעם הביולוגי של התפיסה החושית, של הלמידה, של הזיכרון, של החשיבה ושל התודעה ואת גבולות הרצון החופשי".<sup>5</sup> במילים מכוונות אלה פותח אריק קנדל (Kandel) את ספרו בעל הצביון האוטוביוגרפי החיפוש אחר הזיכרון, המהווה גם אוטוביוגרפיה של מדעי המוח הקוגניטיביים.

האופטימיות הזאת אינה תופעה חדשה. אם נסתכל על ההיסטוריה של חקר המוח לאורך מאתיים השנה האחרונות, נראה שחוקרי מוח התוו, פעם אחר פעם, תוכניות יומרניות לפענוח חיי הנפש באמצעות הכרה של תפקודי המוח. הרושם הוא שמפתני המאות שימשו ממריצים לעניין זה: בתחילת המאה ה-18 ניסה הרופא וחוקר האנטומיה פרנץ יוזף גאל (Gall) לאתר כישורים, נטיות ותכונות באזורים מובחנים זה מזה על גבי קליפת המוח. ביקורת על הדוקטרינה המטריאליסטית שלו הגיעה הן מתוך עולם המדע של זמנו והן מחוצה לו, בעיקר ממצדדי הדואליזם הקרטזיאני, תורת הנפש הנוצרית ועמדת המדינה השמרנית. מתנגדיו של גאל דבקו בנפש הנצחית והבלתי תלויה ולא התקשו לדרחות את תורת המוח של גאל, שנתפסה על ידם כאיום, מכיוון שגאל הציב את מבנה הגולגולת, שאותו תפס כדגם נאמן של מבנה המוח, במרכז התיאוריה שלו. הגל שם ללעג את אסופת העצמות המתות הללו, וחוקרי הטבע מצאו את כל הטיעונים האפשריים כנגד תורת הגולגולת. ואולם אותו רעיון שנזרע אז, שעל פיו ניתן למקם תכונות מנטליות באזורים שונים במוח, הפך במחצית השנייה של המאה ה-19 לעמוד התווך של המחקר על אודות המוח, שהחל להתפשט אז במהירות, וכפי שנראה בהמשך הוא נותר כזה, עם שינויים, עד לימינו.

במפתן המאה ה-20, בספרו פירוש החלומות שפורסם ב-1900, פתח זיגמונד פרויד חזית חדשה במחלוקת סביב השאלה אם האדם הוא אדון במבצרו. מאותו רגע ואילך, נזקקו הרצון החופשי והנשמה האלמותית להגנה – לא מפני האנטומיה הנירולוגית, אלא מפני הלא מודע ועולמם הבלתי נגיש של הדחפים וההדחקות. פצצת הזמן תוכנתה במדויק, ופרויד לא נרתע להימנות עם מפיגי הקסם הגדולים, שכנגדם הופנתה ההאשמה הנודעת: שלושת התחלואים הגדולים של האנושות הם המפנה הקופרניקאי, שלאחריו האדם כבר אינו עומד יותר במרכז היקום; תורת האבולוציה של דרווין,

## המוח האנושי

שלאחריה האדם אינו יכול לטעון יותר שמוצאו בבריאה אלוהית שכן הוא התפתח מהקוף; ולבסוף הפסיכואנליזה, שעל פיה חיי הרוח של האדם נשלטים על ידי יסוד לא מודע.<sup>6</sup> מעט יותר ממאה שנה לאחר מכן, בשנת החמישים למותו של פרויד, נוצרת ברית חדשה בין חקר המוח לפסיכואנליזה, שאמורה לסלול את הדרך למדע על אודות בני האדם המבוסס על פסיכולוגיה וכיולוגיה.<sup>7</sup> השאלה בנוגע למה שנותר בשלב זה מהפסיכואנליזה, ואם פרויד, בנקודת הזמן הזאת, כלומר לנוכח מצב הידע העכשווי, היה שמח במיוחד על אותו חיבוק, נותרת פתוחה.

אין ספק שגאל ופרויד הם טיפוסים ייחודיים בקרב קבוצת חוקרי המוח, ואולם הם רק ייצגו באופן קיצוני את מה שאחרים טענו, בצורה שאמנם הייתה פחות מרהיבה, אבל בעלת יותר כוח השפעה על מחקר המוח. התיאוריה בדבר מכונת הרפלקסים הרוחנית, שפיתוחה על ידי איוון פבלוב היה אולי המשוכלל ביותר, או הרעיון רחב ההיקף של מיזוג בין נוירופסיכולוגיה לבין נוירוביולוגיה, שאותו פיתח בתחילת המאה ה-20 צמד חוקרי המוח ססיל ואוסקר פוגט (Vogt), היו לא פחות מהפכניים. גם הצורה חסרת הפשרות שבה נורברט וינר (Wiener) המיר את הטלאולוגיה בקיברנטיקה, ו"האינטליגנציה המלאכותית" של חוקרי המחשב שלאחר מלחמת העולם השנייה, מייצגים עמדות אנתרופולוגיות מרחיקות לכת באותה מידה. כל החוקרים החשובים היו משוכנעים שהם נוטלים חלק במפעל רב-חזון, ושבזכות מחקריהם על אודות המוח, כלומר על אודות התודעה, הם יצליחו להסיר דעות קדומות על בני האדם. הם תיארו את המדע שלהם כמאבק אינטלקטואלי מייגע שתכליתו לייצר הבנה טובה יותר, כזו המבוססת על המדע, על אודות בני האדם – מאבק שניהלו הן נגד הקשיים שהעמיד בפניהם אובייקט המחקר עצמו, והן נגד בני זמנם.

את המחווה ההירואית הזאת – השאיפה להוציא את האמת לאור, כנגד הגאווה האנושית וכנגד ההיסטוריה הרוחנית – אפשר

לאחר בתחילת המאה ה-21 רק במעטפת השטחית והבנלית של הצהרותיהם של חוקרים ממדעי הנורולוגיה. העניין המרכזי כיום הוא, למעשה, מתן מענה על שאלת התודעה והנפש, בצורה שתסביר במקביל את התודעה העצמית, את היצירתיות, את האינטליגנציה הרגשית ואת ההישגיות בעולם הגלובלי והנייד שלנו. נראה שהבנת העצמי שלנו דרך המוח אינה עולה בקנה אחד עם אמנות החיים ועם חשיבה פילוסופית באופן כללי, ותחת זאת היא מגישה לנו מעין תוכנית אימונים פסיכופיזית שאמורה להכין אותנו, כיצורים הנמדדים לפי הֶסְפֶּק, לעולם שהולך ונעשה מורכב יותר ויותר. שיקולים אלה נתמכים על ידי העולם החדש והיפה של דימויי המוח והנפש. משפט המפתח של חקר המוח במאה החדשה הוא תודעה עצמית נטולת סיבוכי עריות או עיוורון מכשיל, כפי שהיו בזמנו לאדיפוס. מעבדת המחקר המודרנית, על הסטריליות הבהירה שלה, נפטרה באחת הן מצחנת השאול הפסיכודינמית של המאה ה-20 והן מריח הגופות של חקר המוח במאה שקדמה לה.<sup>8</sup> לסצנה המוגזמת הזאת חוברים חסידים של חזון הניו-איג' לסוגיו, כך שכנסים בינלאומיים של חקר התודעה הופכים לסוג משונה של אירועים אינטר-דיסציפלינריים שבהם מתכנסים, כשווי מעמד, חוקרי מוח רציניים, גורואים של תיאוריות המוח החדשניות ביותר ושל תפיסות עולם אזוריות חדשות, מנהיגי דת כמו הדלאי-לאמה ותועמלנים של אינטליגנציה רגשית. מחירי הכניסה שאורח מהיישוב משלם עבור השתתפות באירועי הראווה הללו משלימים את התמונה ומקנים להם צביון של סופי שבוע מודרכים להתנסות עצמית, באמצעים של חברת הידע המודרנית.

גם אם אותו חולי שנחנך על ידי פרויד וחוקרי המוח של המאה ה-19, כלומר ההכרה שבני האדם מונעים על ידי דחפים, איבד בינתיים את עוצמת ההדף שלו והפך, תחת גלימת המדעים הקוגניטיביים, להארה עצמית מסוג חדשני, נראה שתיוגו של

חקר המוח כמקור לחולי של האנושות וכמה שמפיג את קסמה הנו מוצדק בימינו, בדיוק כמו בעבר. יקום, חיים ונפש – אלו הן שלוש מילות מפתח שלאורך המאה ה-20 שיחקו שוב ושוב תפקיד מרכזי במדעי הטבע. אם נשווה ברעתנו את ההתפתחויות המרהיבות בפיזיקה, בקוסמולוגיה ובביולוגיה מולקולרית, יקל עלינו להבין את המאמצים הגדולים שנעשו במדעי הנורולוגיה. בחקר היקום והחיים הושגו תובנות מהפכניות, ולכן היה נראה לא פחות חשוב להגיע לאותם הישגים גם בתחומי המחקר של המוח והתודעה. אחדים מביננו ירצו אולי לחכות לאיינשטיין של המוח או לדרוויין חדש שיעשו את הצעד המהפכני. באופן אירוני, היה זה דווקא מוחו של איינשטיין שהעלה אבק לאורך עשרות שנים, רחוק מעין הציבור, בין חפציו של הפתולוג המשונה תומס הרוי (Harvey). העובדה שבדיוק במפנה המאה הוא הפך שוב אובייקט לדיון מדעי באמצעי התקשורת, ממחישה בפנינו את אופק הציפיות הרחב שהקיף באותן השנים את חקר המוח.<sup>9</sup>

אופק הציפיות הזה הוא בדיוק מה שנרצה לבחון בהמשך, ביתר תשומת לב. על איזה בסיס פורחות התקוות להסבר אמפירי מקיף של חיי הנפש? מהן הציפיות המופנות אל עבר מדעי הנורולוגיה בהשוואה למדעים אחרים? אחרי ככלות הכול, הדימויים העתיקים של כיבוש ארץ לא נודעת זכו מאז ומעולם לאהדה רבה; וגם ההצהרות בדבר מהפכות מרעישות בתחומי ההכרה והפסיכולוגיה, הרפואה וחיי היום-יום אינן חדשות. הן מזרזות, באופן טיפוסי, את הפצתם מראש של ממצאים אמפיריים, של מושגים או של תיאוריות, ולא בהכרח מאפשרות להפריד בינן לבין פירושם של אותם מושגים ותיאוריות. האם משתמע מכך שבמדעי הנורולוגיה של ימינו אין כל חידוש ביחס למה שהיה לפני מאה או מאתיים שנה? כלל וכלל לא. חקר המוח התעשר בשניים-שלושה העשורים האחרונים, לכל הפחות מבחינה כמותית, ומבחינה איכותית הוא אף התפתח לכיוונים חדשים. התפתחות זו מתועדת על ידי עשרות

כתבי עת שונים שעוסקים בתחומים ייחודיים בתוך חקר המוח. בכתבי עת כגון *Neurocognition, Brain Topography, Neuroimage* ו-*Neurobiology of Learning and Memory* – כולם החלו לצאת לאור רק בשנים האחרונות – מתפרסמים מדי גיליון מאות עמודים של ממצאי מחקר חדשים. גם בתחומי ההבנה של המכניזם המולקולרי של העברת אות מתא עצב אחד לתא עצב אחר ושל חיבור רשתי בין תאי עצבים לבין מחשבים ישנן התפתחויות אדירות. אין ספק שאנו עדים לגידול עצום ולהעמקה של תחום הידע הזה על אודות המוח.

ואולם עם זאת, דיונים סביב הידע הזה – אשר מתקיימים במרחב האקדמי של ביקורת ההכרה או של הפוליטיקה של המדע בין חוקרי מוח, מחברים של ספרות מדעית ועיתונאים – כוללים בתוכם מאפיינים מסורתיים שניתן למצוא להם מקבילות רבות בהיסטוריה של חקר המוח. בה בעת, מוטעמת בכך רטוריקה מהפכנית השאולה מתחומים מדעיים אחרים, בעיקר מהביולוגיה המולקולרית. הטענה הדו־שלבית המוצעת כאן צריכה להתפתח מתוך נקודת מבט של היסטוריה השוואתית, מכיוון שההיסטוריה מציעה לנו הסברים שיכולים לחדד את המבט על ההווה. הבסיס לשיקול הדעת הזה היא ההנחה שמדעי הנוירולוגיה, על המובן מאליו שלהם, על כוונותיהם, ועל הפרקטיקות שלהם, שזורים בתחומי תרבות אחרים, מדעיים ולא מדעיים. הַשְׁמָה של מדעי הנוירולוגיה בתוך ההקשר הזה איננה נעשית אפוא במטרה להתעלם מההתקדמות ה(פוסט)-מודרנית שלהם, או לבטל את חשיבותם ההיסטורית, אלא מתוך התייחסות רצינית לאפשרות שהרטוריקה המהפכנית אינה עולה בקנה אחד עם העניין עצמו, גם אם נוהגים להשתמש בה לעתים שכיחות.

### תחזיות לעתיד: קנקנים יפים וסוסים טרויאניים

אם בתקופת הרנסנס היה ניבוי העתיד עניינם של האסטרוולוגים, במאה ה-20 הפכו הניבויים למרכיב לגיטימי של מדעי הטבע, בפרט בהתווייתן של תוכניות מחקר גדולות. לאחרונה החל חיזוי העתיד במדעי הטבע לחקות את מופת התקשורת חסרת הגבולות של האינטרנט. דוגמה אחת מיני רבות: חוקר העתיד קריסטוף סנטנר (Santner) פנטז לפני שנים אחדות על עולם חדש ויפה של העברת נתונים ישירה, אשר כוללת גם עולמות רגשיים שמקורם בחוויות ובסבל, ממרכזי זיכרון אנושיים לסרט מחשבות או מצלמת מוח.<sup>10</sup> אמנם אפשר להכניס את זה למשבצת של המדע הבדיוני, אבל – כפי שניווכח בהמשך, מהסיפור על קריאת המחשבות מבוססת הטכנולוגיה – מדובר למעשה בהלך רוח שמקורו בכיסופים המעוגנים היטב בזיכרון התרבותי, אשר חוברים לציפיות מהטכנולוגיה. כבר ראינו את זה גם בתחומים אחרים. כאשר המתמטיקאי האנגלי אלן טיורינג (Turing) התווה ב-1950 את משחק ההדמיה המפורסם שלו, מבחן טיורינג, שבו מכונה אמורה להוליך שולל בן אנוש המציג בפניה שאלות בנוגע למהות שלה, חזה טיורינג שעד סוף המאה תוכל המכונה לעמוד במבחן שאורכו חמש דקות, בשלושה מתוך עשרה מקרים.<sup>11</sup> החיזוי התברר כשגוי, גם אם חוקרי מוח ומחשבה רבים טענו במשך עשורים שהמוח אינו אלא מכונת טיורינג.

באותו הקשר עשה טיורינג ניבוי נוסף, שאותו נהוג לצטט פחות: התפיסות הכלליות ושימושי השפה ישתנו בשנת 2000 בצורה כה מרחיקת לכת, עד שיהיה אפשר לדבר, ללא סתירה, על מכונות חושבות. לא הרבה ירצו לחתום על הצהרה זו, מה גם שהשוואה בין נפש, מוח ומכונה כבר איבדה מאז מכוח המשיכה שלה. ואולם אילו השוואה זו לא הייתה מחלחלת כמעט לכל המרחבים הציבוריים והתרבותיים, סביר להניח שהקשר הייחודי בין האדם

למחשב, כפי שהוא נחוה על ידינו בחיי היום-יום, לא היה מתפתח למה שאנו מכירים כיום.

במהלך המאה ה-20 היה אפשר לשמוע אינספור הבטחות והכרזות מהסוג הזה. בשנים שלאחר 1900 התוו חוקרי המוח הברלינאים שכבר הוזכרו כאן, ססיל ואוסקר פוגט, פתרון אמפירי לשאלת הגוף-נפש, שבהתאם לו הם תכננו לאתר עבור כל מרכיב מתופעות התודעה מקביל מטריאלי נירו-אנטומי, באופן כזה שיאפשר להם לזהות את התופעות של הנפש. הם הניעו פרויקט מחקר בין-תחומי אדיר ממדים, במונחים של אותה התקופה, שבו השתתפו חוקרי מוח, רופאים, גנטיקאים, פסיכולוגים, כימאים ומומחי טכנולוגיה. בשנת 1930 הוביל פרויקט זה להקמתו של מכון לחקר המוח שהיה הגדול בעולם באותה העת.<sup>12</sup> אמנם תוצאות המחקר היו פורצות דרך עבור תחומים שונים של המחקר הביורפואי, אבל המטרה שלשמה נוצר לא הושגה; והעובדה שהנאצים קיצצו, מסיבות אידיאולוגיות, את מרחב הפעולה של המכון, בפירוש לא הייתה הסיבה היחידה לכך.

מאז המאה ה-19 המאוחרת נעשו שוב ושוב מאמצים גדולים לערוך תיקונים בפסיכיאטריה ולבסס אותה על יסודות של מדעי הנורולוגיה, על פי האידיאל שקבע וילהלם גריזינגר (Griesinger) כבר ב-1845. ב-1927 זכה הפסיכיאטר הווינאי יוליוס וגנר-יאורג (Wagner-Jauregg) בפרס נובל עבור טיפוליו שהתבססו על החדרת נגיף המלריה בחולי נפש, שבהם החל לאחר מלחמת העולם הראשונה – הפרס הוענק לו בזכות הפרספקטיבה החדשה שטמנה בחובה הבטחה גדולה. כשנתיים מאוחר יותר פותחו כמה שיטות טיפול פולשניות שפעלו במישרין על הראש והבטיחו פסיכיאטריה טיפולית: תרופות ומכות חשמל, שהיו אמורות לחולל התקפים אפילפטיים "מרפאים". חמורים עוד יותר היו החיזויים של פסיכוכירורגים אמריקאים בשנות ה-40, שהבטיחו לרפא חולי נפש אבל למעשה שינו את חייהם של עשרות אלפי מטופלים בצורה שונה בתכלית מזו שקיוו לה במקור.<sup>13</sup>



התקווה לשיטות ולטיפולים חדשניים לא הייתה מוגבלת כלל וכלל לתחומיו של מה שהיום נחשב מפוקפק מבחינה מוסרית. לאחר מלחמת העולם השנייה, טען המחקר הפסיכוסומטי שהוא יכול להאיר באופן מדעי את היחס בין תהליכים נפשיים לתהליכים גופניים אשר מתקיים במחלות. הרפואה והמדע היו אמורים להיות מוצבים על יסודותיהם האנתרופו-פנומנולוגיים, וכאילו להיכנס באופן הזה אל התודעה. לאחר האופוריה ההתחלתית, שהייתה מבוססת – ולא כמעט – על מניעים פוליטיים ותרבותיים, הגיעה עד מהרה שעתה של ההתפכחות. אמנם אותה תקווה להתקרבות מחדש בין הגוף לנפש זכתה ב-1980 לתחייה מחודשת, תחת מילת המפתח "פסיכו-נוירו-אימונולוגיה", אלא שבינתיים הפסיכוסומטיקה בקושי קורנת עוד מתקווה, ותחת זאת היא הפכה לדיסציפלינה של מוצא אחרון בשוק הטיפולים הרפואיים, שתפיסותיה אינן עולות בקנה אחד עם המערכת של מדעי הטבע.

הדוגמאות הספורות שהבאתי כאן, ויש רבות אחרות מלבדן, ממחישות את העובדה שהבטחות רבות של המדעים הנוירולוגיים לא מומשו, חלקן פנו לכיוונים אחרים מאלה שצפו להן, חלקן נראות לנו כיום כה תמוהות עד שלא נותר לנו אלא להניד בראשינו, ואחרות לא היו כה מהפכניות כפי שתוארו בתחילה. האם משמעות הדבר היא שלא צריך להתייחס יותר מדי ברצינות לאמירה שהמאה ה-21 היא המאה של המוח? לאור הניסיונות של המאה הקודמת אין ספק שתכונות כגון יישוב דעת, ספקנות וענווה נמנות עם המעלות החשובות ביותר. מה גם שכיום, ככל הנראה יותר מתמיד, הישגי המדעים הנוירולוגיים מצדיקים ענווה, לא מפאת מחסור בממצאים מחקרניים, אלא נהפוך הוא: לנוכח ריבוי הממצאים, עולה הרושם שהסינתזה הגדולה ביניהם, כלומר פריצת הדרך המיוחלת, היא כלל לא משהו שההיגיון הבריא מורה לנו לצפות לו. לכל הפחות, התוצאות עלולות להתקבל באופן שונה בתכלית ממה שמכוון אליו אופק הציפיות העכשווי. את האמביוולנטיות הזו בין הציפייה לבין

היעדר הידע ביטא בצורה קולעת הניורופיזיולוג פרנצ'סקו ורלה (Varela), שכבר אינו בין החיים, כשהעיר שהמדעים הקוגניטיביים תומנים בחובם את המהפכה התיאורטית והטכנולוגית המשמעותית ביותר מאז הפיזיקה האטומית, אבל הוסיף שמוקדם מדי לתאר אותם כתחום מבוסס וכָּשֵׁל של מדעי הטבע, ובהתאם לזאת ההתפתחות העתידית שלהם רחוקה מלהיות ברורה.<sup>14</sup> ב"מניפסט של חוקרי המוח" מעורר המחלוקת מ-2004 נאמר אף ש"תיאוריה של המוח", שעוד עתידה להמשיך להתפתח, תתקיים בשפה שונה מזו המקובלת כיום במדעי הטבע. כיצד תישמע השפה הזאת? על כך המניפסט מחריש, ומסיבה טובה: עד היום אף אחד לא מכיר את השפה הזאת.<sup>15</sup>

#### האי-אחידות של הידע, או: המוח כפטיש

לפני שנים אחדות הצביע הפיזיקאי סטיבן ויינברג (Weinberg) על כך שלרוב התוצאות המתקבלות במסגרת מדע הקוסמולוגיה העכשווי אין כל רלוונטיות לחייהם של בני האדם.<sup>16</sup> הרושם הוא שעם מדעי הניורולוגיה פני הדברים הם אחרת. מה שרלוונטי לדיון הציבורי ומה שנהוג לדבר עליו ללא הרף הוא שאלת היחס בין נפש למוח, טבעה של השפה, התהליכים הקוגניטיביים והרגשיים והאפשרות לפרק את תהליכי התודעה הנורמליים או את אלה שהפכו פתולוגיים ולהשפיע עליהם במסגרת טיפולית. ואולם את חלקם הגדול של ממצאי המחקר במדעי הניורולוגיה בקושי ניתן לקשור לשאלות מרכזיות אלה, ותחת זאת נראה שהמחקר מובל על ידי היגיון פנימי משלו. זאת ועוד, גם הדיונים המקצועיים האקטואליים, למשל זה העוסק במתאמים נורונוליים של התודעה, אימצו לעצמם – אף על פי שהם עוסקים בדיוק באותן שאלות כלליות – שפה מקצועית כה מורכבת, עד שלא ניתן להעמידם כאמצעי של בני האדם להבנה עצמית טובה יותר.

השאלות הגדולות מסתירות את העובדה שמדעי הנורולוגיה מהווים נוף מדעי הטרוגני, שלא מאפשר יותר לדבר על מבט־על כללי. מי שיגיע לאחד הכנסים השנתיים של ה־American Association for Neuroscience, עם יותר מ־30,000 המשתתפים שלהם, וינסה להתייחס לאחד מאינספור התחומים הנדונים בהם, יבחין ללא ספק שהמחקרים המוצגים על ידי נציגי הדיסציפלינות השונות – אנטומיה, פיזיולוגיה, נורולוגיה, פסיכיאטריה, ביולוגיה מולקולרית, ביוכימיה, פיזיקה, סטטיסטיקה, מדעי המחשב, בלשנות, פסיכולוגיה וכו' – אכן עוסקים, בצורה כזו או אחרת, במוח או במערכת עצבית אחרת; ואולם תהיה לו סיבה טובה לפקפק בכך שכולם עוסקים באותו נושא, שלא לומר באותו אובייקט מחקר. גם אותם כנסים מרובי משתתפים של מדעי הנורולוגיה משולים ליריד שנתי של דברים שלא ניתן למצוא להם מכנה משותף.

עובדה שאינה זוכה להתייחסות הראויה היא שענפי המחקר השונים בתוך מדעי הנורולוגיה מרוחקים זה מזה, על אף כנסים משותפים מסוג זה, עד כדי היעדר הבנה הדדית. מובן שאין לצפות שנוירור־בלשנים, עם ניתוחי השפה שלהם, וחוקרי אנטומיה נורולוגית, שעוסקים בחסרי החוליות, יבינו מיד זה את זה. ואולם תחת מחקר המוח ישנם תחומי מחקר גדולים שעומדים בפני עצמם. האחד, למשל, עוסק בתהליכים תת־תאיים, החל בהתפתחות המוח וכלה בהפצת האותות מצד אחד, ותחום אחר עוסק בהמשגה של תפקודי המוח באמצעות גישות מערכתיות, מתפיסת הצורה ועד המחשה חזותית של דפוסי פעילות מוחית. הדבר מצביע, אז כהיום, על הריחוק הרב בין נושאי המחקר השונים הכלולים בתוך התחום הענק של חקר המוח. מדובר כאן בתרבויות מחקר שונות שקשה מאוד לייצר שיתוף פעולה ותכתובת ביניהם. אין בכך לומר, כמובן, שמאמצים בין־תחומיים שכאלה הם חסרי טעם. אם בימינו חוקרי האנטומיה של המוח משתפים פעולה עם נורולוגים קליניים

ומשווים תמונות מוח מסורתיות עם כאלה המיוצרות באמצעות טכנולוגיה מודרנית של דימות מוחי, אזי מדובר בשיתוף פעולה מרתק ביותר שאין לדעת לאן יוביל. אך עם זאת, תהיה זו קלות דעת לראות בו סימן למיזוג ולסינתזה שעומדים להתרחש בקרוב בין תחומי ידע שונים שהצטברו במסגרת המדעים הנוירולוגיים. ראשית, מיזוגים מהסוג הזה, של שיטות ותרכויות מחקר נבדלות, מופיעים שוב ושוב בנקודות שונות בהיסטוריה של כל מדע (ואחר כך אותן שיטות ותרכויות נפרדות זו מזו בהחלטיות), ושנית, דווקא מיזוגים כאלה של שיטות ושאלות מחקר נבדלות מובילים, לא לעתים רחוקות, לתוצאות לגמרי לא צפויות, המובילות לכיוונים חדשים לגמרי.

גם אם הדיאגנוזה הזו נכונה, עולה עדיין השאלה כיצד, חרף ההסתעפות בתוך מדעי הנוירולוגיה לכיווני מחקר שלעתים קרובות לא עולים בקנה אחד, השתרש הרושם של מחקר מוח אחדותי ("מהנורון עד לתודעה") המתקיים כבר, ומה תפקידו של הרושם הזה. כפי שדקארט הכריז בזמנו על בלוטת האצטרובל, בשל ייחודיותה, כמקום מושבה של הנפש, נראה שכיום המוח אמור לכונן אחדות, גם אם בפרקטיקת המחקר אחדות שכזו כבר הפכה מיושנת, או לחלופין, ניתן לייחס לה ממשות מדעית רק במסגרות מחקריות מוגבלות לפרק זמן ולתמטיקה מסוימים. האם המוח הוא אפוא עמוד התווך האחרון בבניין המטאפיזיקה המערבית, בתור מה שיכול לספק לנו מידע מבוסס די הצורך מבחינה מדעית וגם משביע רצון מבחינה אנתרופולוגית? כאשר גילה הפסיכיאטר הנס ברגר (Berger) את האא"ג (EEG), בשנות ה-20 של המאה ה-20, הוא האמין שמצא את המתאם במוח של פעילות התודעה, ושכעת ניתן למזג את הפסיכולוגיה עם הפיזיולוגיה.<sup>17</sup> האא"ג היא שיטת בדיקה קלינית בעלת יתרונות, אך תמונות הנפש הנגזרות ממנה – אם נשווה אותן, נניח, ליעילות של הפסיכואנליזה – לא נחלו הצלחה מיוחדת. ההסבר לכוח ההשפעה של הפסיכואנליזה לא

יכול להתבסס על האמינות והדיוק המדעיים שלה, אלא על כך שהפסיכואנליזה הפכה אותנו הרבה יותר מעניינים, מרובי סתירות ומרובדים מכל תיאוריה של הנפש המבוססת על מחקר מוחי מוצק. אילו התעקש פרויד לפתח את התיאוריה הכה משפיעה מבחינה חברתית שלו, מתוך חקר המוח, ולהותירה בסמיכות ביקורתית ביחס אליו, אז נראה כי הדימות המוחי של ימינו היה מטה את כף המאזניים באופן חד-משמעי לטובת מדעי הטבע. התמונות הצבעוניות של הפעילות הנוירולית במוח החושב, או התנודה פנימה של אזורי מוח שונים בקצב אחיד של אינטראקציה יצירתית קצרת מועד, הם תוצרים של מחקר מוחי מודרני רב-הישגים, וכמו בספורט, כל חידוש מאיים לשבור שיא חדש ברמת העניין שהוא מושך אליו. האם זה יותר מצחוק הגורל שלאותם דימויים מודרניים של המוח, אשר נתפסים כנציגיה של הקדמה המדעית, יש אותם מאפיינים פטישיסטיים במובן הפרוידיאני, כלומר תיאור של המוח המהווה היטמעות של משאלת הלב בכוחן המציאות?<sup>18</sup>

#### **הבניות בחקר המוח: האמת בכזב או הכזב באמת?**

מה שנתפס על ידי חוקרי מוח ותודעה כפורץ דרך ורלוונטי מבחינה אנתרופולוגית, אינו בהכרח זהה למה שמצית את לבם של חוקרי הנפש לסוגיהם – למשל הבלשנים, האתנולוגים, הפילוסופים, חוקרי התרבות והאמנים. מובן מאליו שלחוקרי הקוגניציה יש את הזכות המלאה לטעון שרק המדעים הקוגניטיביים עצמם יכולים לשפוט את צדקתן של ההנחות, ההיפותוזות וההגדרות שהם בעצמם העמידו.<sup>19</sup> הדבר נכון גם לנוירו-פיזיולוגיה, לביולוגיה התנהגותית גנטית, לדימות מוחי ולתחומי ידע אחרים, שכן רק כך יכולה להתנהל עבודה מדעית מקצועית ראויה לשמה. ואולם אין להסיק מכך מיד שההגדרות של התודעה, של תשומת הלב ושל הזיכרון, כפי שהן מונחות בבסיס המדעים הקוגניטיביים, תקפות באופן אוטומטי

או יכולות לקבל תוקף אוטומטי עבור תחומי ידע וניסיון אחרים, שכן הפצת פרדיגמות מחקר מובילות מעבר להקשרים המקצועיים המסוימים אינה כפופה, באופן טיפוסי, לאמות המידה של הביקורת הפנימית שלהם, וכלל אינה יכולה להיות כפופה להן.

למעשה נתון לנו כאן מגרש משחקים לאופנות, לטרנדים ולצירופי נסיבות, שתיוגו כתחום הריבונות של קדמה מדעית מאירת עיניים נמנה עם הניצחונות המפוקפקים ביותר שסיבתם היא דומיננטיות של פעילות מחקרית של מדע יחיד.<sup>20</sup> ההוקעה של ידע ספוג בפרקטיקת יום-יום ותיוגו כפסיכולוגיה עממית ביחס לנוירופילוסופיה שכביכול התגברה על אותו ידע, במסגרת הדיונים סביב בעיית המוח והנפש שהתקיימו לאורך שנות ה-80 של המאה ה-20, מספקת דוגמאות רבות לעניין זה.

אין ספק שהגדרות תוחמות מהוות לעתים קרובות את תנאי האפשרות של ממצאי בדיקות מסוימות. ואולם סכום הממצאים הללו אינו משתווה למכלול התשובות האפשריות, אלא משקף למעשה את המקטע הקונקרטי, הממשי. זה שייך לאופייה הפרדוקסלי ובה בעת הקונסטרוקטיבי של היצרניות המדעית, שלפיה בחירת הבעיות והשאלות כוללת במקביל גם פסילה של חלופות שאינן ניתנות להגדרה נוספת. סביב הממצאים הללו, המסמנים את הצלחת המחקרים, נוצרות אונטולוגיות חדשות, אשר לא רק מניעות את הבחירה בשאלות חדשות, אלא הן עצמן כבר אינן ניתנות לפיקוח מדעי מקצועי. להלן שלוש דוגמאות שאמורות להרגים את הדינמיקה הזאת:

1. עיקרון בן מאתיים שנה, אשר נוגע להארה עצמית של הנפש באמצעות חקר המוח, מצא את המקבילה שלו בהיסטוריה הארוכה בהרבה של הגדרה עצמית במונחים של מכונה. על כל פנים, רק במאה ה-20 התפתחה מזה תחרות עם סוף פתוח. הנפש והתודעה נתפסות יותר ויותר כהישגיה של מערכת מורכבת לעיבוד מידע. המוח האנושי הוא בינתיים המערכת

## המוח האנושי

היחידה שמממשת הישגים כאלה. חקירת היסודות המטריאליים – ובמובן הרחב, הפיזיקליים של הרוח האנושית – מקבלת בתוך כך משמעות כפולה ואמביוולנטית: מצד אחד היא נוגעת לחשיפה של עקרונות פעולה נורונליים בפני ייצוג ופרשנות סביבתית, כלומר להמשגה של האפיסטמולוגיה במונחים של מדעי הטבע. מצד שני, ניתן להשוות את המחקר הזה לנפש האנושית, עם השעתוק הטכנולוגי שלו על גבי מכונות חישוב, רובוטים ומוחות מלאכותיים. גבולות הרוח האנושית כבר לא נקבעים על ידי השמים המכוכבים שמעלינו, גם לא על ידי גבולות ההישגים הטכנולוגיים המובנים, אלא באמצעות הגבולות המפרידים בין מערכות אנושיות של חישה ועצבים לבין מערכות חיישנות ועיבוד אוטומטיות. עוד לפני שרובוטים יכולים להחליף באמת בני אדם או להפוך לשלוחות של המוח האנושי שניתן להשתיל בהן שבבים, כבר הפכנו בימינו לסייבורגים, היכולים להגדיר את הכישורים והמאפיינים הייחודיים להם רק בסמוך למערכות מלאכותיות וביחס אליהן.

2. דוגמה לכך שנטיות שכאלה הן עתיקות יותר מהמחשב ניתנת לנו על ידי הנורו-בלשנות. עם הייחוס הטופוגרפי של היבטים חלקיים נפרדים של כישורי השפה האנושיים לאזורים מסוימים במוח, החל לפני מאה וחמישים שנה כיבושה של היבשת הזאת, שהייתה עד אז בלתי מוכרת. מאותו רגע ואילך התחלקו המוח והשפה, באותו אופן ותחת תנאים אידיאליים גם בצורה עקבית, לטריטוריות גיאוגרפיות; המרכזים של זיהוי ועיבוד השפה נתפסו כשיקוף מראה של ההיררכיה הפונטית-סינקטקטית-סמנטית של השפה עצמה. תופעות אינטלקטואליות אוניברסליות ואחדותיות נעלמו תחת רישומם של כישורי שפה ייחודיים, ברמת פירוק הולכת וגדלה, על גבי טבעות המוח ושכבות המעטפת. ארנסט מאך (Mach) כבר הצביע על כך שמה שמכונה אני, כפוף למעשה לגורמים

פסיכופיזיים. "לא האני עומד בראש, אלא מרכיביו".<sup>21</sup> האני הפך לסוכן שלא ניתן להצילו. מה שאנו חווים כאני אחדותי, או כגוף אחדותי, הפך בתיאוריהם של פסיכופיזיולוגיים ומדעני נוירולוגיה לתוצר של משחק בין מרכיבים שונים. האם זה מוצדק, או לכל הפחות נכון, לומר מאה שנה לאחור מכן שהמחשבה התנדפה? האם הכישרון האנושי שעומד במרכז התרבות האירופית, לכרוך יחד רשמי חושים ותמונות זיכרון באופן מכוון מטרה, התפרק בעקבות מחקר המוח ונטמע בו? האם זה נכון או מוצדק לומר "המוח חושב", או "שני מוחות מתקשרים זה עם זה"? אין ספק שהניסויים ההכרחיים או ההגבלות הטכנולוגיות מובילים לכמה תוצאות המציעות לנו תשובה חיובית – למשל בניסוייו של בנימין ליבט (Libet), שעליהם עוד נרחיב את הדיבור. ואולם תאריך התפוגה של תשובות ופירושים כאלה הוא (עדיין) לא ארוך בהרבה מזה של יוגורט על מדף הקירור. עד כה הוכיחו את עצמם הדימויים המבוססים מבחינה היסטורית-תרבותית ומעוגנים חברתית של האני, של המחשבה או של התודעה, כחסינים יותר מהעקרונות הנאורים של מדע הנוירולוגיה, שבאמצעותן היינו אמורים להתגבר על אותם דימויים. עם זאת, כפי שממחישה בפנינו הדוגמה של רישום כישורי שפה במוח, גם ללא הצלחה ליניארית של כל התיאורמות, ל-150 שנותיו של חקר המוח היה חלק לא מבוטל בעיצובו של המרחב המדעי.

3. בתור דוגמה אחרונה ישמשו אותנו הטכנולוגיות החדשות להצגה חזותית של המוח, שגם אותן נציג ביתר פירוט בהמשך. יש להן חלק מרכזי בהצלחת מחקר המוח הקוגניטיבי של ימינו. המוח מומחש באמצעותן כאיבר תלת-ממדי, כחלל לאזורים הקטנים ביותר, הניתנים לתחימה, וככתובת למרכזי הפעלה שונים. כפי שהובהר כבר בדוגמה הקודמת, התיאוריות המועברות באמצעות הדימות המוחי המודרני אינן חדשות



## המוח האנושי

לגמרי, אך באותה מידה ברור שהייצוגים הללו הם יותר מהמחשבות המבהירות בדיעבד את תוצרי המחקר הניורולוגי. הם אובייקט מרכזי של המחקרים הללו עצמם. נוצרים חללים לתמונות ודימויים של ידע שהייצוגים המופיעים בהם מוצגים כשיקופים של האובייקט הנחקר, גם אם מדובר בייצוגים שהם לעצמם כבר תוצרים תיאורטיים. יתר על כן, במקרה של תמונות המוח החדשות הייצוגים הללו לא נותרים עוד בתחומי המרחב המדעי ודרכם לאמצעי התקשורת הפופולריים אינה ארוכה, ולעתים אף קצרה יותר מדרכם לגופי הפרסום המדעיים: האם באופן הזה הם הופכים למרכיבי יסוד של חברת הידע שלנו? אנו יכולים לשוות בדעתנו, לפחות ברמת העיקרון, שהשאלות הפילוסופיות בנוגע לגוף ונפש, מוח ורוח, יידרדרו לרמה של תופעות חזותיות שטחיות, ובמקביל יהפכו לדברים שניתן להתייחס אליהם על פי קטגוריות טכנולוגיות ופרמקולוגיות. אפשרות אחרת היא שהציבור יאבד עניין.

כך או אחרת, מחקר המוח כבר חדר עמוק לתוך חיי היום-יום של בני האדם. לאורך אלפיים שנה כמעט הרגשות לא היו בתחומי השליטה של המוח אלא בתחומיה של תורת הרגשות שהתייחסה למערכים גופניים, אנרגיות וערכוב של ליחות. רק מהמאה ה-19 – וגם אז לא באופן גורף – החלו למקם רגשות במוח, וגם אז הדבר נעשה לרוב תוך כדי הפרדה ברורה מהתפקודים הקוגניטיביים. ההפרדה הזו שיקפה את הדימוי התרבותי-חברתי של האדם כישות המחולקת להבנה ולרגשות. את מקום הדואליזם הזה תפסו מערכות דיכוטומיות שונות, שהבחינו בין אזורי מוח ימניים ושמאליים, גבריים ונשיים, חוסמים ומפעילים. חוקרי מוח אחרים העדיפו מודל רב-שכבתי, שאמור לנתח את היסוד המשותף למרכיבי הקוגניציה והרגשות באופני התנהגות מסוימים, על ידי כך שהוא קושר בין המורכבות של עולם המוח לבין מורכבותו וססגוניותו של עולם הניסיון שלנו. אין כל רע בכך, אלא שנראה שמשוהו בכל זאת השתבש, אם

הכתבת לענייני מדע, ריטה קרטור (Carter) – בספר שזכה לשבחים בתור "המדריך המואר הראשון למדע החדש של המוח" – מועדת כמו בסלפסטיק על מכשול הפטיש של המוח הרגשי החדש: "אם בוחנים זאת בקור רוח, אהבה רומנטית היא צורה של שיגעון הנגרם משינויים כימיים, ובסיס נורא ואיום לארגון חברתי, כפי שממחיש בפנינו שיעור הגירויים בעולם המערכי. ואולם מנקודת המבט של המוח, מדובר בריגוש הגדול ביותר שקיים".<sup>22</sup>

הערות שכאלה אינן מקרה בודד, וזה גם לא מפתיע כאשר חוקרי מוח מכובדים כמו סמיר זקי (Zeki), למשל, שמים את הנורופיזיולוגיה של האהבה הרומנטית ככותרת למאמר אקדמי.<sup>23</sup> באופן התנאים הסרברליים של אמירות מהסוג הזה היה אפשר לומר שהדופאמין עלה על גדותיו. מה שברור הוא שמי שטוען ש"אהבה רומנטית" היא שיגעון כימיקלי, או מי שמכריז בגאון שקופים מסוגלים לחשב, יבטיח לעצמו תשומת לב למשך אחר צהריים אחד, אך ישקע עד מהרה לתהום הנשייה, כפי שראוי לו. שכן המעבר של מושגים, של תיאוריות ושל ערכים מדעיים לתחומים אחרים של התרבות שלנו אינו תופעה הכרחית כלל וכלל, אלא כזו הנעה לאורך נקודות מעבר וחוליות מקשרות שונות. מחשב השחמט הוא דוגמה טובה לכך. בין לבין, אנו יודעים כבר די הצורך ש"כחול-עמוק" (deep-blue) מסוגל לחשב בשנייה מספר גדול לאין ערוך של מהלכים ממה שמוח אנושי מסוגל לחשב, ואף על פי כן רובנו מעדיפים להיות קספרוב ולא כחול-עמוק מהסיבה הפשוטה שבתור קספרוב ניתנת לנו האפשרות לחוות וליהנות מהגאונות שלנו, ואולי גם לסבול ממנה; ואילו בתור כחול-עמוק, מנגד, אנו יכולים להיות בטוחים שלעולם לא נוכל להשיב על השאלה איך זה מרגיש להביס את קספרוב.

ואולם אין להבין מכך שכחול-עמוק הוא, למרבה הצער, חסר קנה מידה להשוואה. מבני העבודה, הארגון והתקשורת, שרק בהינתנם כחול-עמוק יכול לבוא לכלל פעולה, בהחלט ניתנים

## המוח האנושי

להשוואה, למשל עם ההיבריד אדם-מכונה של פורמולה I, יהא שמם שומאכרפרארי או אלונסורנו. במקרה אחד, כמו במקרה השני, מדובר בקונסטרוקטים מאוד משוכללים, המוקפים במספר גדול של מומחים, טכנאים, ספקים, מנהלים ועוד כל מיני בעלי תפקידים, שאיכותם, שכמעט אין לה מחיר, אינה מבוססת רק על שיפור ביצועים תמידי, אלא גם ובעיקר על היכולת להגיב על אירועים בלתי צפויים בספונטניות ובגמישות. אם נפשיט את כחול-עמוק מכל רשת המומחים הזו, הוא יהיה כמו שומאכר על מסלול המרוצים: עדיין טוב, אבל כבר לא שווה מיליונים ובכל מקרה לא ראוי לתואר קאלט.

ההשוואה בין המוח למכונה, על מרכיבי החומרה הפשוטים שלה, היא דבר אחד, וההשוואה בין רשתות אנתרופו-טכנולוגיות בעלות רמת מורכבות גבוהה היא דבר אחר. הרשתות הללו מושפעות באותה מידה מיכולות טכנולוגיות-מדעיות ומיכולות חברתיות. רק לאחר התכה של המרכיבים השונים הללו ולאחר שעורכים בהם תיקונים תמידיים, נוצר אותו דבר הנתפס בשגגה כדבר מה הפועל כיחידה שלמה. השאלה אם תהליכים שכאלה צריכים להיות מובנים כנטורליזציה או כטכנולוגיזציה היא שאלה של טעם. ברור שמדובר כאן ביותר מקונסטרוקטים חברתיים, אבל אפשר להטיל ספק אם מערכת מושגים בינארית מסוגלת בכלל לתאר באופן הולם תופעות כמו כחול-עמוק, אהבה רומנטית כשטף דופאמין, או את עולם המוח החדש והיפה שהחוקרים מזינים בו את אמצעי התקשורת.

### מהפכות במדעי הנירולוגיה

לכל המאוחר מאז תומס קון הפך המושג מהפכה למילת קסם במדעי הטבע. רק מדענים גרועים לא יחלמו בשלב כלשהו במסלול שלהם, לרוב בתחילתו, לשנות את שדה הידע שלהם מהקצה לקצה

ולהוביל להתפתחות חדשה לגמרי. בכיוון ההפוך, לעתים לא נדירות קורה שבסופה של קריירה מדעית, היחס למושג המהפכה הוא של ספק אם לא של דחייה מוחלטת.<sup>24</sup> השאלה היא רק מאיזו נקודה מתחיל היחס למושג הזה להיות מוגזם בכיוון האחד או האחר. אם נסתכל על הביולוגיה המולקולרית של חמישים השנה האחרונות, אז כלל לא נטעה אם נדבר על מהפכה במדעי החיים. זה התחיל עם דגם הדנ"א של ווטסון (Watson) וקריק (Crick), המשיך עם מספר גדול של גילויים, המצאות וטכנולוגיות חדשים, והגיע לנקודת שיא זמנית עם טכנולוגיות הגן הקיימות ועם אלה הצפויות לעתיד. במדעי הנורולוגיה הקוגניטיבית של חמישים השנה האחרונות, על אף הדימות המוחי ומספר גדול של חידושים טכנולוגיים משמעותיים, לא היו פריצות דרך תיאורטיות ומהפכות באותו קנה מידה. עם זאת, במקביל למגמות הראשונות של הביולוגיה המולקולרית החל להתהוות גם במדעי הנורולוגיה סיפור ההצלחה הקצר של הקונסטרוקטיביזם. בעקבות הקיברנטיקה ותיאוריית ההיגוי נוצרו מכונות החישוב האוניברסליות הראשונות, במובן של טיורינג, עוצבו "פותרי בעיות כלליות" ונוסחו תוכניות מחקר על עיבוד מידע במערכות נוירונליות. הרשתית המלאכותית לא הייתה פרוטזה מושתלת, אלא בניית מודל של מערכת אופטית שיכול להיות מועמד ראוי לפרס נובל. בדיוק באותה מידה שה-"Machina speculatrix"<sup>25</sup> של גריי וולטר (Walter) לא יכלה להתכוון – כמובן האינטנציונליות של הפילוסופיה המודרנית – כך העין המלאכותית לא באמת יכולה "לראות" או "לקרוא". אף על פי כן, שתי הדוגמאות הללו נידונו בפרספקטיבה זו בדיוק. הן היו כה מהפכניות כנגד כל מה שהוכר עד אז, עד שהיה אפשר לוותר כבר על הצעד האחרון למימוש כל היכולות האנושיות. אותם הדברים שהיממו את העולם באותם הימים מובנים כיום כמשחק ילדים חסר השפעה. דורות חדשים של מערכות טכנולוגיות כובשים בימינו הן את חדרי הילדים והן את המשרדים במהירות כה גבוהה עד שכבר לא ניתן לשער מה יהיו תנאי החיים בעתיד.

## המוח האנושי

אם מדברים כיום אפוא על כך שחקר המוח והקוגניציה יצליח, בהתבסס על תובנותיו המדעיות, לשנות את היחס בין האדם לעולם, מתבקש לשאול באיזה אופן זה הולך להתרחש. מבחינה פילוסופית, כבר קשה מאוד להפתיע אותנו לאחר שחוקרי המוח של המאה ה-19 נפרדו מהדימוי שלפיו ישנו מושב בנשמה או בתודעה, ותחת זאת המשיגו את המוח כאיבר מורכב בעל דיפרנציאציה תפקודית. אם אנו חולשים על רצון חופשי או לא; אם הדבר הזה שאנו מכנים נפש הוא למעשה רק יציר מיתולוגי ששילוב נויירונלי כלשהו יצר; אם יש במוח שלנו מרכז של עונג ושל שירה, או אם, כפי שהציע חוקר מוח בעל אירוניה נפלאה, ישנו "מודול-קרל-שמידט" המאפשר לנו להבחין בין אויב לידיד – כל אלה הן שאלות הנדונות כבר יותר מ-200 שנה, ויש לקחת בחשבון את ההתמדה ההיסטורית שלהן. עם זאת, המקוריות שלהן אינה מרחיקת לכת דיה כדי שיהיה אפשר לדבר על מהפכות.

השאלה אם יש לצפות להמצאות חדשות בעתיד הנראה לעין שיהיו ראויות להשוואה עם הביולוגיה המולקולרית נותרת פתוחה בשלב זה גם אם החיבור בין הביולוגיה המולקולרית ומדעי הנויירולוגיה – למשל, בחקר הזיכרון – הוביל לתוצאות מרתקות. ואולם ייתכן שמה שמוטל על הכף במדעי הנויירולוגיה אינו אלא תופעה שונה באופן מהותי. האם יש לשוב אל ההיקסמות המתמשכת ורווית הציפייה ממוטיבים מוכרים מאז ומעולם, למשל המובן מאליו של בני האדם (מהי חשיבה? מהי תודעה? מהם רגשות? מה הקשר בין גוף לנפש?), או להבנה יסודית יותר של המחלות? איזה תפקיד יש לייחס לטכנולוגיות החדשניות, כמו הדימות המוחי, מבחינה אפיסטמולוגית ומבחינה מעשית?

הרושם שכופה את עצמו עלינו הוא שלמדעי הנויירולוגיה יש מבנה נבואי, כלומר שהם עוסקים כבר זמן ארוך באותן בעיות קבועות יחסית, ובתוך כך פותחים כל העת חללי ידע חדשים ומרתקים, אך עם זאת את השאלות הגדולות, כפי שהן מנוסחות

כבר מאז המאה ה־19, הם מסוגלים לפתור רק בצורה היפותטית. באופן הציפיות הזה, המשתנה בעקבות התפתחויות טכנולוגיות והופעתו של ידע חדש, וכאילו אוחז באופן כרוני בפתרון לחידות הגדולות האחרונות של האנושות, טמון חלק לא מבוטל מכוח המשיכה של המפעל המכונה חקר המוח. אם נצמצם זאת למכנה משותף, אז מה שקובע את הדינמיקה הוא פחות ההנחות והגישות התיאורטיות, ועוד פחות מזה הענף הפילוסופי של חקר המוח, אלא התצפיות וההתערבויות המעשיות אשר המתאפשרות באמצעות טכנולוגיות חדשות.

את המבנה הנבואי של מדעי הנוירולוגיה המוצע כאן אין להבין באופן אוטומטי כביקורת עליהם. בדומה לפתרון השאלה מהי הנפש? של ימינו, גם הפתרון לשאלה מהם החיים? היה במאה ה־19 חזון עתידי בלבד. התיאוריות הביולוגיות, החל בפיזיקוכימיה של הפיזיולוגיה, עבור בכימיקה של האמבריוולוגיה וכלה בפרוטופלזמה של הביולוגים, העניקו לשאלות הללו תשובות שהיו, לכל היותר, בסיס למחקרים נוספים. אף על פי כן, זה לא קטע את מפעל המטריאליזציה של החיים, אלא בדיוק ההפך מכך – זה ככל הנראה תרם לכך שהשאלה בדבר מאפיין ייחודי של החיים הפכה מיושנת בעצמה, וכך גם הממצאים האמפיריים שיוצרו במסגרת התוכניות הללו. השאלה תהיה, אם כן, לאילו הישגים הגיעו מדעי הנוירולוגיה הקוגניטיביים, והאם ייתכן שעם הרקונסטרוקציות שלהם לנפש האנושית הם לא אישרו את קיומה ולא הפריכו אותו, אלא ערערו את עצם השאלה בדבר הנפש.

תסריט כזה הוא אפשרי בהחלט, והיו יכולים להיות לו יתרונות אילו עול השאלות בנות מאות השנים, שנראה שמדעי הנוירולוגיה מנסים להשתיק, היה מוסר מעליהם. ייתכן שיצליחו למלא את המסגרת היצירתית, שאותה הגדיר הביולוג המולקולרי הצרפתי הדגול פרנסואה ג'קוב (Jacob), בספרו האחרון עד כה, אשר ממנו נוהגים לצטט לעתים תכופות, על מנת לבחור אותה כמוטו, לכל

#### המוח האנושי

הפחות לשנים ההבאות: "אנו תערובת משונה של חומצות גרעיניות וזיכרונות, של תשוקות ופרוטאינים. המאה הבאה כעת אל קצה התעסקה בפרוטרוט בחומצות גרעיניות ובפרוטאינים. המאה הנכנסת תתמקד יותר בזיכרונות ובתשוקות. האם תצליח לפתור שאלות מהסוג הזה?"<sup>26</sup> לחקר המוח והקוגניציה יהיה ודאי תפקיד חשוב בעניין זה, אך נקווה שלא בלעדיו.