

הוראה לשם למידה משמעותית

סקירת מאמרים בנושא למידה מבוססת חקר ולמידה שיתופית

ד"ר בריגיד ברון וד"ר לינדה דרלינג-האמונד, אוניברסיטת סטנפורד

<http://www.edutopia.org/pdfs/edutopia-teaching-for-meaningful-learning.pdf>

מובאת כאן תמצית של המאמר. תרגום לעברית: ענת אלון, מכון ברנקו וייס

"עשרות שנות מחקר מצביעות על התרומה של למידת חקר ולמידה שיתופית לפיתוח הידע והכישורים הנחוצים לתלמידים כדי להצליח בעולמנו המשתנה ללא הרף."

מבט היסטורי על שינויים בתחום התעסוקה והקריירה

בראשית המאה העשרים, 95% ממקומות העבודה דרשו מעובדיהם כישורים בסיסיים בלבד: העובדים נדרשו למלא אחר מספר פעולות פשוטות שנקבעו עבורם על ידי אדם אחר. כיום, משרות רבות מצריכות מומחיות וכישורים בתחום ספציפי ומוגדר. עובדים נדרשים להיות מסוגלים לתקשר ולעבוד בשיתוף פעולה, לחקור רעיונות, לאסוף מידע, לחבר אותו ולנתחו. עליהם לפתח מוצרים חדשים ולהשליך מידע מתחום מסוים - על בעיות ואתגרים חדשים הניצבים מולם בתחום אחר.

כוח העבודה המשתנה והצורך בכישורים של המאה ה-21 שינו את הדרך שבה עלינו להעניק לכל ילד וילדה חינוך משמעותי שיכין אותם לחיים מלאים ופוריים. אין עוד די בהעברת מידע לתלמידים לשם שינון ואחסון בזיכרון לשימוש עתידי. החינוך היום חייב ללמד את הצעירים ללמוד כיצד ללמוד וכיצד להתמודד בהצלחה עם השינויים התכופים במידע, בטכנולוגיות, בתפקידים ובמקצועות ובתנאים החברתיים.

כיצד נכין את תלמידינו לכישורי המאה ה-21?

מחקרים שונים (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Bransford & Donovan, 2005) הראו שעל מנת לפתח כישורים מסדר-גבוה, על תלמידים להשתתף בפרויקטים מורכבים ומלאי משמעות, שלביצועם יש צורך במיומנויות של שיתוף פעולה, מחקר, ניהול משאבים ופיתוח מוצר או הצגת מיצג ייחודי.

לנוכח המחקרים הרבים המדגישים את תועלתה של למידה אותנטית ולנוכח העניין ההולך וגדל בלמידה מעוררת חשיבה, ניתן עידוד למורים לכל שכבות הגיל להתנסות בלמידת חקר כחלק מתוכנית הלימודים. בפועל, מורים רבים חששו להתחיל במודל הוראה שהם אינם מכירים משום שחסרו להם הידע, התמיכה והכלים המתאימים לביצוע התהליך.

בעמודים הבאים נביא כמה מממצאי המחקר על יתרונותיה של למידת החקר ונתמקד בשלוש גישות עיקריות: למידה מבוססת-פרויקטים, למידה מבוססת-בעיות ולמידה מבוססת-תוצר

הממצאים מחזקים את חשיבותה של למידת חקר

- תלמידים לומדים באופן מעמיק יותר כשהם יכולים להעביר ידע שגובש בכיתה ליישום בפתרון בעיות אותנטיות, וכשהם משתתפים בפרויקטים הדורשים מהם מעורבות עקבית ושיתוף פעולה עם חבריהם ללימודים ועם אחרים.
- למידה פעילה משפיעה על ביצועי לומדים הרבה יותר מכל משתנה אחר, כולל הרקע של התלמידים והישגיהם הקודמים.
- תלמידים מגיעים להישגים טובים יותר כאשר מלמדים אותם איך ללמוד ומה ללמוד.

למידה מבוססת פרויקטים – Project Based Learning

למידה מבוססת פרויקטים כרוכה בביצוע משימות מורכבות, שמביאות ליצירת תוצר ממשי, או אירוע או במצגת מול קהל. תומאס (Thomas 2000) זיהה חמישה רכיבי מפתח בלמידה מבוססת פרויקטים מוצלחת:

1. הלמידה מהווה אלמנט מרכזי בתוכנית הלימודים
2. הלמידה מאורגנת סביב שאלות מנחות שעל מנת לענות עליהן, התלמידים מתמודדים עם תפיסות ועקרונות משמעותיים וחשובים
3. הלמידה מתמקדת בחקירה בונה, המערבת חקר והבניית ידע
4. הלמידה מונעת במידה רבה על ידי התלמידים: הם האחראים על עיצוב עבודתם ועל ניהולה
5. הלמידה עוסקת בעולם האמיתי, ומאפשרת לתלמידים להתמודד עם בעיות מציאותיות ומשמעותיות לאדם.

גישה זו שואפת לקדם את הלמידה צעד אחד קדימה בכך שהיא מאפשרת לתלמידים לעשות העברה של הידע למצבים חדשים ולהשתמש בו באופן מיומן יותר לכשיידרשו לכך.

דוגמאות שונות מחדדות את נקודה זו.

בואלר (Boaler 1997, 1998) עקב אחר תלמידים במשך שלוש שנים בשני בתי ספר בריטיים אשר היו דומים זה לזה בפרמטרים של הישגיות גבוהה ומצב סוציו-אקונומי. ההבדל ביניהם היה שהאחד לימד בשיטות הוראה מסורתיות ואילו האחר עבד על פי תוכנית לימודים מבוססת-פרויקטים. בבית הספר שבו התקיימה הוראה מסורתית, הלמידה הייתה פרונטאלית בעיקרה ומרוכזת סביב טקסט, ספרי לימוד ומבחנים סטנדרטיים. בבית הספר השני ההוראה השתמשה בפרויקטים פתוחים בכיתות הטרוגניות.

המחקר הראה שהציונים במתמטיקה היו דומים בשני בתי הספר, אך התלמידים שהשתתפו בלמידה-מבוססת פרויקטים הציגו יכולות גבוהות בהבנת בעיות במבחנים ארציים. כמו כן, מספר התלמידים שעברו בהצלחה את המבחן הארצי בסיום השנה השלישית היה גבוה משמעותית בקרב תלמידי הלמידה מבוססת-הפרויקטים, לעומת תלמידי הלמידה המסורתית.

בואלר ציין שתלמידי בית הספר שלמדו למידה מסורתית האמינו שהצלחה במתמטיקה משמעה לזכור ולהשתמש בחוקים, בעוד שתלמידי בית הספר שלמדו למידה מבוססת-פרויקטים פיתחו ידע מתמטי גמיש ושימושי יותר, שעודד אותם לחקור ולחשוב בעצמם (Boaler 1997, p.63).

מחקרים נוספים ערכו השוואה בין גישת ההוראה המסורתית לבין גישת הלמידה המבוססת-פרויקטים. הם מציגים כמה וכמה יתרונות של הלמידה מבוססת-פרויקטים על פני ההוראה המסורתית:

- שיפור ביכולת להגדיר בעיות (Gallagher, Stepien, & Rosental 1992)
- שיפור ביכולת לתקף הנמקות בעזרת טיעונים ברורים (Stepien, Gallagher, & Workman 1993)
- פיתוח יכולת גבוהה לתכנן פרויקט לאחר עבודה על בעיה מאתגרת מקבילה (Moore, Sherwood, & Bateman, Bransford, & Goldman 1996)

עובדה מעניינת נוספת היא שתלמידים המתקשים בהוראה המסורתית התגלו כמצטיינים כשניתנה להם ההזדמנות ללמידה מבוססת פרויקטים, המתאימה יותר לסגנון הלמידה שלהם. (e.g., Boaler 1997; Meyer, & Turner, & Spencer 1997; Rosenfeld & Rosenfeld 1998).

למידה מבוססת בעיה – תלמידים כפותרים בעיות (Problem-Based Learning)

גישה זו דומה לגישת הלמידה מבוססת הפרויקטים. רוב השיעורים כוללים פעילות מסוימת המתמקדת בפתרון בעיות על ידי שימוש בהנמקות ובמקורות מידע.

בלמידה מבוססת בעיה, התלמידים לומדים בקבוצות קטנות וחוקרים בעיות הרות משמעות, מזהים מה עליהם ללמוד על מנת לפתור את הבעיה ומתכננים אסטרטגיות לפתרון (Barrows 1996; Hmelo-Silver 2004). התלמידים מיישמים את האסטרטגיות הללו, מעריכים את תוצאותיהן וממשיכים לתכנן אסטרטגיות חדשות כפי הנדרש עד שמגיעים לפתרון הבעיה. הבעיות לקוחות מהעולם האמיתי, ואין דרך אחת "נכונה" לפתור אותן אלא מספר רב של אפשרויות ושיטות חקר.

תפקיד המורה בלמידה מבוססת-בעיות הוא להדגים אסטרטגיות הנמקה טובות ולעודד את תלמידיו להשתמש בהן. המורים מציעים גם הוראה מסורתית יותר, כגון הרצאה או הסברים אך מטרתם היא רק לתמוך בתהליך החקר.

גישה זו מיושמת רבות בלימודי רפואה ונמצא כי סטודנטים לרפואה הלומדים בדרך זו מגיעים להישגים גבוהים יותר במבדקים של פתרון בעיות קליניות ובמדדי ביצוע קליניים. (Vernon & Blake 1993; Albanese & Mitchell 1993).

מחקרים הראו כי לתלמידים שהתנסו בלמידה מבוססת-בעיות יכולת גבוהה יותר של העלאת השערות מחקר, הבניית הסברים קוהרנטיים (Hmelo 1998b; Schmidt et al. 1996) והצגת טיעונים חזקים להוכחת דבריהם (Stepien et al. 1993).

למידה מבוססת תוצר (Design-Based Lessons)

הגישה השלישית מתבססת על הנחת היסוד כי הלמידה משמעותית יותר כאשר התלמידים מתבקשים לעצב תוצר, ולשם כך הם זקוקים להבנה של נושא וליכולת ישום והעברה של הידע. שיעורים מבוססי-תוצר מתאימים מאוד לפיתוח ידע טכני ותוכני (Newstetter 2000). מורכבות העבודה מכתובה לא פעם את הצורך לשתף פעולה בצוות וולחלק את המשימות בין התלמידים, כך שכל אחד מקבל הזדמנות 'להתמחות' בתחום מסוים.

באחד המחקרים הבודדים שבדקו את הגישה, התבקשו תלמידי כיתה ו' לעצב ריאות מלאכותיות ולבנות מודל חלקי של מערכת הנשימה. החוקרים מצאו שבזכות הפרויקט הגיעו התלמידים לתוצאות טובות יותר במשימה זו לעומת תלמידים שלמדו בשיטה המסורתית. בנוסף הם ציינו שתלמידי הפרויקט הבינו את מבנה מערכת הנשימה ואת תפקודה טוב יותר מהתלמידים שבקבוצת השוואה. (Hmelo Holton and Kolodner 2000).

מחקר משנת 2004 (Fortus and Colleagues) עקב אחר 92 תלמידי מדעים שלמדו בגישה מבוססת-התוצר. החוקרים ראו מגמה ברורה של שיפור ההבנה במושגים המדעיים שנלמדו בקרב תלמידים חזקים וחלשים כאחד, וכי תלמידים יישמו בהצלחה מושגי מפתח. בנוסף החוקרים ציינו את ההשפעה החיובית של התהליך על המוטיבציה ועל תחושת השותפות של התלמידים בעיצוב התוצרים, הן בקבוצות והן כיחידים.

לסיכום, המחקר מביא עדויות רבות לכך שלמידת חקר וללמידה שיתופית תועלת גבוהה לידע האישי של כל תלמיד וכן לידע הקבוצתי. תלמידים הפעילים בלמידת חקר מפתחים ידע תוכני ולומדים כישורים שישירותם אותם היטב כבוגרים פעילים ופרודוקטיביים בתרבות העבודה של מאה ה-21, למשל: יכולת עבודה בצוות, פתרון בעיות מורכבות והעברה ויישום של ידע שנרכש תוך ביצוע משימה מסוימת גם בנסיבות אחרות.

יישומה של למידת חקר אינו פשוט ומוכן שהוא דורש שינויים בתוכנית הלימודים הנוכחית ברוב בתי הספר, בדרכי ההוראה ובמשימות שהתלמידים מקבלים – שינויים אשר אינם קלים למורים ולתלמידים (Barron et al. 1998; Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, & Palincsar 1991).

בתי ספר רבים מחפשים אחר אסטרטגיות המערבות את התלמידים בלמידה ומכינות אותם טוב יותר למורכבות ולדינאמיות של עולמנו. למידת חקר מספקת גישה מעוגנת מחקרית, ויש לה הפוטנציאל לחולל שינוי בהוראה ובלמידה. תלמידי החקר מפתחים כישורים החיוניים לאקדמיה, ליחסים בין-אישיים ולחיים בכלל. גם המורים מרחיבים ומעמיקים את רפרטואר הניסיון המקצועי שלהם ומתחברים הן אל עמיתיהם והן אל תלמידיהם בדרכים חדשות, רבות-עוצמה.

רשימת המקורות

Abram, P., Scarloss, B., Holthuis N., Cohen, E., Lotan R., & Schultz, S. E. (2001). The use of evaluation criteria to improve academic discussion in cooperative groups. *Asia Journal of Education*, 22, 16–27.

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans: Project 2061*. New York: Oxford University Press, 1989.

- Achilles, C. M., & Hoover, S. P. (1996).** Transforming administrative praxis: The potential of problem-based learning (PBL) as a school-improvement vehicle for middle & high schools. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. A. (1993).** "Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues." *Academic Medicine*, 68(1), 52–81.
- Amigues, R. (1988).** Peer interaction in solving physics problems: Sociocognitive confrontation and metacognitive aspects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 45(1), 141–158.
- Barron, B. (2000a).** Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403–436.
- Barron, B. (2000b).** Problem solving in video-based microworlds: Collaborative and individual outcomes of high-achieving sixth-grade students. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 391–398.
- Barron, B. (2003).** When smart groups fail. *Journal of the Learning Sciences*, 12(3), 307–359.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., et al. (1998).** Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 271–311.
- Barrows, H. S. (1996).** Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In *New Directions for Teaching and Learning*, no. 68 (pp. 3–11). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bartscher, Gould, & Nutter, 1995.** Increasing student motivation through project-based learning. Master's research project, Saint Xavier and IRI Skylight. (ED 392549).
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991).** Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3 & 4), 369–398.
- Boaler, J. (1997).** *Experiencing school mathematics: Teaching styles, sex, and settings.* Buckingham, UK: Open University Press.
- Boaler, J. (1998).** Open and closed mathematics: Student experiences and understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 41–62.
- Bos, M. C. (1937).** Experimental study of productive collaboration. *Acta Psychologica*, 3, 315–426.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1999).** *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* Washington, DC: National Research Council.
- Cohen, E. G. (1994a).** *Designing group work: Strategies for heterogeneous classrooms*, Revised edition. New York: Teachers College Press.
- Cohen, E. G. (1994b).** Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1–35.
- Cohen, E. G., & Lotan, R. A. (1995).** Producing equal-status interaction in the heterogeneous classroom. *American Educational Research Journal*, 32(1), 99–120.
- Cohen, E. G., & Lotan, R. A. (Eds.). (1997).** *Working for equity in heterogeneous classrooms: Sociological theory in practice.* New York: Teachers College Press.
- Cohen, E. G., Lotan, R. A., Abram, P. L., Scarloss, B. A., & Schultz, S. E. (2002).** Can groups learn? *Teachers College Record*, 104(6), 1045–1068.
- Cohen, E. G., Lotan, R. A., Scarloss, B. A., & Arellano, A. R. (1999).** Complex instruction: Equity in

- cooperative learning class- rooms. *Theory into Practice*, 38(2), 80–86.
- Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C. C. (1982).** Education outcomes of tutoring: A meta-analysis of findings. *American Educational Research Journal*, 19, 237–248.
- Coleman, E. B. (1998).** Using explanatory knowledge during collaborative problem solving in science. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 387–427.
- Cook, S. B., Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., & Castro, G. C. (1985).** Handicapped students as tutors. *Journal of Special Education*, 19, 483–492.
- Cornelius, L. L., & Herrenkohl, L. R. (2004).** Power in the classroom: How the classroom environment shapes students' relationships with each other and with concepts. *Cognition and Instruction*, 22(4), 467–498.
- Darling-Hammond, L. & Hammerness, K. (2002).** Toward a pedagogy of cases in teacher education. *Teaching Education*, 13(2), 125-135.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, & Gijbels, D. (2003).** Effects of problem- based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533–568.
- Edelson, D., Gordon, D., & Pea, R. (1999).** Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3&4), 391–450.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Marx, R. W., Krajcik, J., & Mamlok-Naaman, R. (2004).** Design-based science (DBS) and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., & Rosen- thal, H. (1992).** The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36, 195–200.
- Gertzman, A., & Kolodner, J. L. (1996, July).** A case study of problem-based learning in middle-school science class: Lessons learned. In *Proceedings of the Second Annual Conference on the Learning Sciences* (pp. 91–98), Evanston/Chicago.
- Ginsburg-Block, M. D., Rohrbeck, C. A., & Fantuzzo, J. W. (2006).** A meta-analytic review of social, self-concept, and behavioral outcomes of peer-assisted learning. *Journal of Educational Psychology*, 98, 732–749.
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (1986).** *Educational Psychology* (3rd ed.). New York: Long- man.
- Hartley, S. S. (1977).** A meta-analysis of effects of individually paced instruction in mathematics. Unpublished doctoral dissertation, University of Colorado at Boulder.
- Hatano & Ignaki. (1991).** Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. B. Resnick, J. Levine, & S. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 331–348). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hmelo, C. E. (1998b).** Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine. *Journal of the Learning Sciences*, 7(2), 173–208.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000).** Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004).** Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1981).** Effects of cooperative and individualistic learning experiences on interethnic interaction. *Journal of Educational Psychology*, 73, 444–449.
- Johnson & Johnson 1989).** *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina, MN:

Interaction Book Company.

- Johnson, D. W. Johnson, R. T. (1999).** Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67-73.
- Johnson, D. W., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D., & Skon, L. (1981).** Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 89, 47-62 (<http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.89.1.47>).
- King, A. (1990).** Enhancing Peer Interaction and Learning in the Classroom Through Reciprocal Peer Questioning. *American Educational Research Journal*, 27(4), 664-687.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredericks, J., & Soloway, E. (1998).** Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J., Blunk, M., Crawford, B., Kelly B., and Meyer, K. (1994).** Enacting project-based science: Experiences of four middle grade teachers. *Elementary School Journal*, 94(5), 499-516.
- Moore, A., Sherwood, R., Bateman, H., Bransford, J., & Goldman, S. (1996, April).** Using problem-based learning to prepare for project-based learning. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York.
- Newmann, F. M. (1996).** *Authentic achievement: Restructuring schools for intellectual quality*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Newmann, F. M., Marks, H. M., & Gamoran, A. (1995).** Authentic pedagogy: Standards that boost student performance. *Issues in Restructuring Schools*, 8, 1-4.
- Newstetter, W. (2000).** Bringing design knowledge and learning together. In C. Eastman, W. Newstetter, & M. McCracken (Eds.), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*. New York: Elsevier Science Press.
- O'Donnell, A. M. (2006).** The role of peers and group learning. In P. Alexander & P. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- O'Donnell, A. M., & Dansereau, D. F. (1992).** Scripted cooperation in student dyads: A method for analyzing and enhancing academic learning and performance. In R. Hertz Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Palincsar, A. S., & Herrenkohl, L. (1999).** Designing collaborative contexts: Lessons from three research programs. In A. M. O'Donnell & A. King (Eds.), *Cognitive perspectives on peer learning* (pp. 151-177). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Palincsar, A. S., & Herrenkohl, L. (2002).** Designing collaborative learning contexts. *Reading Teacher*, 41(1), 26-32.
- Peck, J. K., Peck W., Sentz, J., & Zasa, R. (1998).** Students' perceptions of literacy learning in a project-based curriculum. In E. G. Sturtevant, J. A. Dugan, P. Linder, & W. M. Linek (Eds.), *Literacy and Community* (pp. 94-100). Texas A&M University: College Reading Association.
- Penuel, W. R., Means, B., & Simkins, M. B. (2000).** The multimedia challenge. *Educational Leadership*, 58, 34-38.
- Perkins, D. N. (1986). *Knowledge as design*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Phelps, E., & Damon, W. (1989).** Problem solving with equals: Peer collaboration as a context for

- learning mathematics and spatial concepts. *Journal of Educational Psychology*, 81(4), 639–646.
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005).** Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217.
- Quin, Z., Johnson, D., & Johnson, R. (1995).** Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, 65(2), 129–143.
- Rohrbeck, C. A., Ginsburg-Block, M. D., Fantuzzo, J. W., & Miller, T. R. (2003).** Peer-assisted learning interventions with elementary school students: A meta-analytic review. *Journal of Educational Psychology*, 95, 240–257 (<http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.240>)
- Rosenfeld, M., & Rosenfeld, S. (1998).** Understanding the “surprises” in PBL: An exploration into the learning styles of teachers and their students. Paper presented at the European Association for Research in Learning and Instruction (EARLI), Sweden.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1996).** Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments*. Englewood, NJ: Educational Technology Publications, pp. 135–148.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., & Lamon, M. (1994).** The CSILE project: Trying to bring the classroom into world 3. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory & classroom practice* (pp.201–228). Cambridge, MA: MIT Press.
- Schmidt, H. G., et al. (1996).** The development of diagnostic competence: A comparison between a problem-based, an integrated, and a conventional medical curriculum. *Academic Medicine*, 71, 658–664.
- Schwartz, D. L. (1995).** The emergence of abstract representations in dyad problem solving. *Journal of the Learning Sciences*, 4(3), 321–354.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002).** Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, 26(4), 469–501.
- Slavin, R. (1991, February).** Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 71–82.
- Slavin, R. E. (1996).** Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary educational psychology*, 21(1), 43–69.
- Slavin, R., & Oickle, E. (1981).** Effects of cooperative learning teams on student achievement and race relations: Treatment by race interactions. *Sociology of education*, 54(3), 174–180.
- Stepien, W. J., Gallagher, S. A., & Workman, D. (1993).** Problem-based learning for traditional and interdisciplinary classrooms. *Journal for the Education of the Gifted Child*, 16, 338–357.
- Thomas, J. W. (2000).** A review of project based learning. (Prepared for Autodesk Foundation).
- Vernon, D. T., & Blake, R. L. (1993).** Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68(7) 550–563.
- Webb, N. M. (1985).** Verbal interaction and learning in peer-directed groups. *Theory into Practice*, 24(1), 32–39.
- Webb, N. M., Troper, J. D., & Fall, R. (1995).** Constructive activity and learning in collaborative small groups. *Journal of educational psychology*, 87(3), 406–423.

White, B., & Frederiksen, J. (2005). A theoretical framework and approach for fostering meta-cognitive development. *Educational Psychologist*, 40(4), 211–223.

Williams, S. M. (1992). Putting case-based instruction into context: Examples from legal and medical education. *Journal of the Learning Sciences*, 2(4), 367–427.

Williams, D. C., Hemstreet, S., Liu, M., & Smith, V. D. (1998). Examining how middle schools students use problem-based learning software. *Proceedings of ED-MEDIA/ED-Telecom 98 World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*, Freiburg, Germany.