

การจัดการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Learning Science by Integrating Nature of Science)

สิรินภา กิจเกื้อกุล

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร

ความรู้วิทยาศาสตร์ เกิดจากความพยายามของมนุษย์ที่จะเชื่อมโยงโลกทางกายภาพ ชีวภาพ จิตวิทยา และสังคมเข้าไว้ด้วยกัน ความรู้วิทยาศาสตร์นี้จึงได้รับการพัฒนาภายใต้แนวคิดทางสังคม ปรัชญา และจิตวิทยาที่มนุษย์มีต่อการศึกษ การใช้ และการอธิบายความรู้ที่ได้ค้นพบ การอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของ ความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์มีความเป็นมาอย่างไร และ นักวิทยาศาสตร์พัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างไรทั้งในฐานะที่เป็น นักวิทยาศาสตร์และในฐานะที่เป็นประชาชนคนหนึ่งในสังคม จึงเป็นการอธิบายถึงลักษณะพื้นฐานของความรู้ วิทยาศาสตร์ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นการอธิบายถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั่นเอง (McComas และ คณะ, 1998) สมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (AAAS, 1989) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประเทศไทย (IPST, 2003) ได้อธิบายถึง ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็น เป้าหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1) ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจากการสังเกตและประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ข้อเท็จจริง (fact) แนวคิด (concept) ทฤษฎี (hypothesis) กฎ (law) หรือ หลักการ (principle) ดังนั้นการสร้างความรู้เกี่ยวกับ ความรู้วิทยาศาสตร์จึงครอบคลุมถึงความเชื่อและเจตคติที่ผู้เรียนมีต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ความรู้เป็นความจริงที่มีความคงทน แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะ ความจริงที่มีอยู่แล้วอาจไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ได้

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ครอบคลุมถึง ความเข้าใจ เกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ ข้อสรุปที่มาสสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ

3) ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์ เพียงสาขาใดสาขาหนึ่งไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงได้ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็น ความรู้ที่จำเป็นต่ออาศัยความรู้ทั้งจากสาขาชีวเคมี พฤกษศาสตร์ หรือแม้กระทั่งกลศาสตร์ที่ช่วยสร้างเครื่องมือ ติดตามอะตอมของคาร์บอน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้น การสร้างความร่วมมือที่ระหว่งนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ หรือ การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล

องค์กร และสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นกิจการที่สำคัญต่อการส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนโดยรวมต่อไป ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบันนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนไม่อาจมองข้ามได้

คุณค่าของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Driver และคณะ (1996) อธิบายถึงคุณค่าและความจำเป็นของการมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียน

- 1) ทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัด ของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน
- 2) สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคม ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ได้
- 3) ชื่นชมวิทยาศาสตร์ในแง่ของการมีจริยธรรมและวัฒนธรรมของการเรียนรู้อย่างมีเหตุมีผล ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน และ
- 4) ตระหนักถึงคุณค่า และความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

Moss และ Robb (2001) ได้สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จำนวน 5 คน ในสหรัฐอเมริกา โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) พบว่า นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านของความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของ Bell และคณะ (2003) ที่สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จำนวน 10 คน ที่เรียนจบโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่จัดให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง การสำรวจใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Bell และคณะ ได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ Moss และ Robb คิดว่าอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่ได้รับโอกาสในการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

สิรินภา นฤมล และ อรุณี (2548) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ก ข และ ค ปีการศึกษา 2547 ในประเทศไทย โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่า

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับบทสรุปของ Moss and Robb (2001) และ Bell et al. (2002)

ดังนั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครบโดยสมบูรณ์ Abd-El-Khalick และคณะ (1997) แนะนำว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น กล่าวคือ นอกจากจะจัดการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของกิจการทางวิทยาศาสตร์ด้วยอีกทางหนึ่ง ซึ่งในกรณีนี้ Barker (1997) ยกตัวอย่างไว้ว่า การเล่าเรื่องราวประวัติความรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่แสดงให้นักเรียนเห็นลำดับเหตุการณ์และภูมิหลังของการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์จนกระทั่งเกิดการค้นพบความรู้ใหม่อย่างมีเหตุผล อาจช่วยให้นักเรียนเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ Mathews (1994) และ McComas และคณะ (1998) เสนอแนะว่า การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงประวัติการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่อง น่าจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการมีความคิดสร้างสรรค์ที่พานักวิทยาศาสตร์ไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อีกทั้งอาจช่วยให้นักเรียนยอมรับและเข้าใจในเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Allchin และคณะ (1999) ได้ประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติวิทยาศาสตร์ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาปฏิบัติการ ที่มหาวิทยาลัยเท็กซัส (the University of Texas) ประเทศสหรัฐอเมริกา ภายหลังจากที่พบว่า นักศึกษาที่ไม่ศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก (non-major science students) ไม่มีความสุขกับการเรียนในวิชาดังกล่าว Allchin และคณะ จึงตัดสินใจปรับปรุงรูปแบบการทำปฏิบัติการ โดยนำประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (science-technology-society) ที่เกิดขึ้นในอดีตมาชี้ให้นักเรียนวิเคราะห์ อภิปราย และวางแผนสำรวจแนวคิดนั้น ๆ แล้วลงมือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ด้วยตนเอง ผลการปรับปรุงครั้งนี้พบว่า นักเรียนร่วมทำปฏิบัติการและทำคะแนนสอบได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนคิดว่าการทำปฏิบัติการช่วยให้พวกเขาเข้าใจถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม Barker (1997) และ Gallas (1995) ให้แนวคิดไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์นี้ จะได้ผลก็ต่อเมื่อได้ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้จริงของนักเรียน

ในระดับประถมศึกษา การใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต อธิบาย หรือ P.O.E. (Predict Observe Explain) อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ครูสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจ ทดลอง และเก็บข้อมูล เพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้ค้นพบด้วยตนเอง (White & Gunstone, 1992) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้

- 1) ครูจำเป็นต้องจัดเตรียมสถานการณ์ เช่น การทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง มากกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ตามคำถาม จากนั้นครูจึงขอให้นักเรียนลงทำนายถึงสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไป พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ
- 2) ครูสาธิตสถานการณ์นั้นให้นักเรียนดู จากนั้นจึงให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ในกรณีที่นักเรียนสามารถจัดเตรียมสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง ครูอาจให้เด็กเป็นผู้เตรียมสถานการณ์นั่นเองก็ได้
- 3) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตได้โดยพยายามเชื่อมโยงถึงคำอธิบาย ที่นักเรียนได้กล่าวไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการสาธิต

อย่างไรก็ตาม ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึกว่าคุณ ๆ คำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์ สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายใต้การปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งการประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติศาสตร์เพื่อสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจแก่การทดลอง อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการบูรณาการ อาจช่วยให้นักเรียนซาบซึ้งและตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จนนำมาซึ่งความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองต่อไป

เอกสารอ้างอิง

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตามคม และ อรุณี อิงคากุล 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 26 (2) (กำลังตีพิมพ์).

Abd-El-Khalick, F., R. Bell, and G. Lederman. 1997. “The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural”. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Chicago IL.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1989. “*Project 2061: Science for All Americans Online*”. Available: <http://www.project2061.org>, October 1, 2001.

Benson, A. 2002. “Following the Path of Carbon in Photosynthesis: A Personal Story”. *Photosynthesis Research*, 73: 29-49.

Driver, R. et al. 1996. *Young People's Images of Science*, Buckingham: Open University Press.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) 2003. *The National Science Curriculum, B.E. 2544 (AD 2001): School Manual*, Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

McComas, W., M. Clough and H. Almazroa. 1998. “The Role and Character of the Nature of Science in Science Education”. In, McComas, W. F. (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, Chapter 2, pp. 1-39, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Moss, D. and J. Robb. 2001. "Examining Students Conceptions of the Nature of Science", *International Journal of Science Education*, 23(8): 771-790.

White, R. and R. Gunstone. 1992. *Probing Understanding*, London: The Falmer Press.