บทความวิชาการ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

Instructional Process of Scientific Inquiry

รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ทำงานและแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่น ดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ เรียนรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้และสรุปเป็นหลักการหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาและเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำหัส : การเรียนการสอน การเรียนรู้แบบสืบเสาะ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Abstract

Scientific inquiry Instruction allows learners to seek knowledge, work with others, and solve problems as scientists do. Learners employed rational and critical thinking to conclude in what they did by explainable principle. The scientific inquiry-based learning encourages them to become active participants and to understand the nature of science.

Keywords : Instruction, Learning Inquiry, Scientific Inquiry

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติรอบตัว และปรับความคิดของผู้เรียนให้เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสังคมตามมาเช่นกัน (Newton, 1999; Lemke, 2001; Hartikainen, 2008; Nuangchalerm, 2009; Tytler, 2012) กระบวนการเรียนการสอนที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเช่นนี้ ยอมรับและตระหนักในความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงความรู้ความจริง ทั้งยังสร้างเสริมคุณลักษณะความเป็นนักวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ของตนเองเต็มตามศักยภาพ เพราะความรู้ในยุคปัจจุบันมากมายเกินกว่าที่จะเรียนในห้องเรียนและมหาศาลเกินกว่าที่ผู้สอนคนเดียวจะสอนความรู้ได้ทั้งหมด

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ได้รับการกล่าวขานถึงตั้งแต่ช่วงกลางศตวรรษที่ 20 ว่าเป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือร่วมกันในการค้นคว้าหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman and others, 2002; Abd-El-Khalick and others, 2004) ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับญาณวิทยา การสร้างองค์ความรู้ การได้มาซึ่งความรู้ สามารถตัดสินใจได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่สมเหตุสมผล และประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการตัดสินใจนั้นๆ (Lonsbury and Ellis, 2002) การสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นหนทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาโลกรอบตัว (Bybee, 2004; Deboer, 2004; Windschitl, 2002) และนำเสนอข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชนด้วยการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลประกอบกับหลักฐานเชิงประจักษ์น่าเชื่อถือ และนอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ยังครอบคลุมไปถึงกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้นำไปพัฒนาความรู้และความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เฉกเช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ (National Research Council, 1996; Anderson, 2002)

ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงได้พัฒนาแนวคิดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และผลักดันให้เห็นเป็นรูปธรรมผ่านห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมเยาวชนให้มีความพร้อมที่จะสามารถเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง (Hakkarainen and Sintonen, 2002) การเรียนการสอนแบบนี้จึงเป็นวิธีการที่พัฒนาผู้เรียนให้เข้าถึงความรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน (Heuristic) การเรียนโดยใช้หนังสือเรียนหรือมุ่งเน้นเนื้อหาวิชา และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เป็นเพียงการนำเสนอข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์เมื่อมีการค้นพบความรู้ใหม่เท่านั้น หรือที่เรียกว่า “Rhetoric of Conclusions” สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่เห็นกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เพียงแต่เห็นผลลัพธ์อันเกิดจากงานทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรได้รับการเรียนรู้ธรรมชาติรอบตัวผ่านประสบการณ์ตรง ได้สังเกต ได้สัมผัส ได้ทดลอง ได้สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Object-Centered Instruction) ผู้เรียนควรเป็นผู้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เห็นกระบวนการของวิทยาศาสตร์ และยังทำให้ความกดดันจากการเรียนในเนื้อหาวิชาลดลง

แนวคิดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ได้รับการกล่าวขานอย่างต่อเนื่อง แต่เหตุการณ์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครั้งใหญ่จนทำให้คำว่า Scientific Inquiry และ Inquiry Instruction ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เกิดขึ้นในสมัยยุคสงครามเย็นเมื่อสหภาพโซเวียตสามารถส่งดาวเทียมสปุตนิก (Sputnik) ขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกได้สำเร็จในราวช่วงปลายทศวรรษ 1950 ทำให้สหรัฐอเมริกากลับมามองว่าเหตุใดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของชาวอเมริกันจึงอ่อนแอลง เหตุการณ์ครั้งนั้นได้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ นักการศึกษา และนักวิชาการต่างๆ มาร่วมกันคิดหาทางแก้ไข ทำให้เกิดการปฏิรูปหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1960 ส่งผลให้นักการศึกษาได้คิดค้นและพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งแนวคิดนี้ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายและกระจายไปในแวดวงการศึกษาทั่วโลก

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานทฤษฎีมาจากความคิดเห็นเกี่ยวกับสาระของความรู้และการสืบเสาะหาความรู้ (Pottenger, 2007) โดยทั่วไปแล้วเมื่อนักวิทยาศาสตร์ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ก็จะมีการนำเสนอและเผยแพร่แนวคิดผ่านสังคมวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนและผู้เรียนเปรียบเสมือนอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และส่งผ่านความรู้สู่รุ่นถัดไป (Pottenger, 2007; Seraphin and Baumgartner, 2010) ผู้เรียนจึงได้รับการคาดหวังว่าจะมีพฤติกรรมคล้ายนักวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสารและนำเสนอความรู้สู่สาธารณชน นอกจากนี้ยังต้องมีความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ และเป็นคนใจกว้าง ทั้งนี้เนื่องจากว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (What scientists do) และบริบทของข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ (What scientists know)

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างนักวิทยาศาสตร์ โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ทำงานและแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมา

เป็นหลักการหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ (วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม, 2554; Nuangchalerm and Thammasena, 2009; Panasan and Nuangchalerm, 2010) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

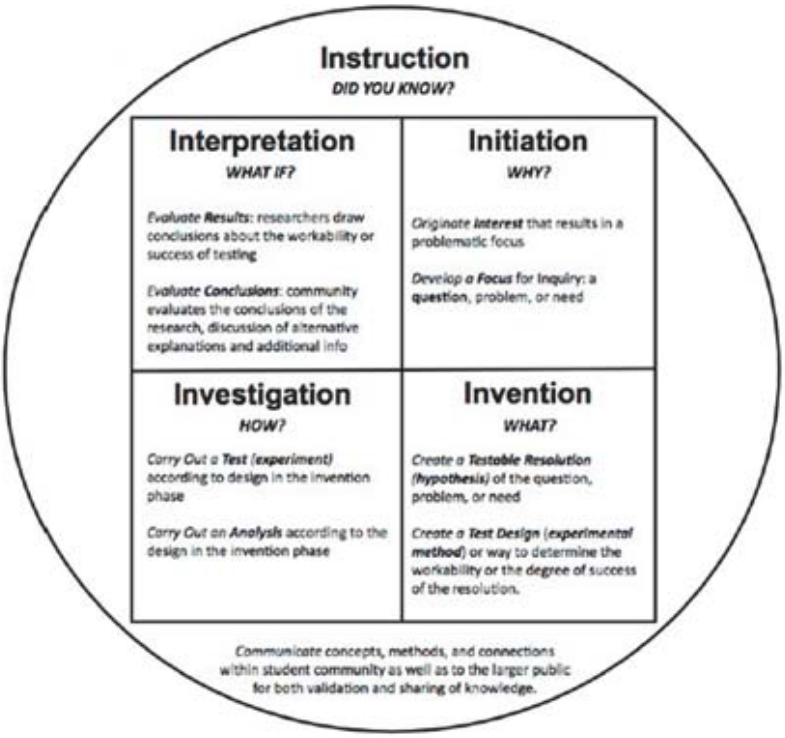
- การสืบเสาะหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง
- ผู้เรียนได้เรียนรู้การสื่อสารอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ผู้เรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตน จนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
- การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การหาความสัมพันธ์ของคำถามที่มาจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
- การเรียนการสอนแบบนี้ช่วยส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมอง
- ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่แท้จริงในสิ่งที่เรียนไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว
- ความรู้ที่ได้เกิดจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทน
- ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน
- ผู้เรียนเรียนจากการลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา
- ผู้เรียนจะเกิดการรู้คิด (Metacognition)
- ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย
- การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ผู้สอนจะต้องมีความเชื่อมั่นว่าการเรียนการสอนแบบนี้ว่ามีคุณค่าต่อผู้เรียน ส่งเสริมกระบวนการคิดผ่านประสาทสัมผัสของผู้เรียนเอง เมื่อได้ลงมือปฏิบัติเองก็จะซึมซับคุณลักษณะของผู้อยากรู้อยากเห็น สนุกกับการค้นคว้าหาคำตอบ บรรยากาศห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไม่น่าเบื่อหน่าย ดังนั้น เพื่อให้เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยเตรียมสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน ต้องเตรียมการสอนมากยิ่งขึ้น และที่สำคัญผู้สอนต้องสร้างความคุ้นเคยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทำมากกว่าการสอนที่เน้นเนื้อหาสาระหรือยึดตำราเรียนเป็นหลัก ส่งเสริมทักษะกระบวนการ

ที่จำเป็น รวมทั้งพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจโลกรอบตัวแล้วยังสามารถปรับเปลี่ยนความคิดให้มีความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถสื่อสารอย่างเป็นมิตรกับวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

Seraphin and others (2012) ได้สรุปว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (ภาพที่ 1) ที่ดำเนินต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ได้แก่ ขั้นเตรียมการ (Initiation) ขั้นประดิษฐ์ (Invention) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ขั้นแปลผล (Interpretation) และขั้นการเรียนการสอน (Instruction) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ขั้นเตรียมการ (Initiation) ขั้นนี้ผู้สอนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนหรือพัฒนาประเด็นที่ผู้เรียนต้องการสืบเสาะหาความรู้ โดยเริ่มจากการถามคำถามผู้เรียนหรือเป็นประเด็นปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอในชั้นเรียน
- ขั้นประดิษฐ์ (Invention) ขั้นนี้ผู้เรียนจะพัฒนาการคิดแก้ปัญหา แสวงหาวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง หรือขั้นตอนวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนได้คำตอบ
- ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ขั้นนี้ผู้เรียนจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลลงมือปฏิบัติร่วมกับเพื่อนเพื่อตรวจสอบสมมติฐานด้วยวิธีการที่ได้ร่วมกันวางแผน
- ขั้นแปลผล (Interpretation) ขั้นนี้ผู้เรียนจะแปลผลการข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมประเมินผล สรุปผลการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนคิด
- ขั้นการเรียนการสอน (Instruction) ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนเรียนจะสื่อสารในสิ่งที่เรียนรู้ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และเป็นผู้อำนวยการเรียนการสอน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพที่ 1 ผู้สอนควรให้ความสนใจกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน การคิดวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการแปลผล จนนำไปสู่การสรุปผล โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นขั้นตอน ขณะเดียวกันก็เติมเต็มคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทางการสอน (Teaching Inquiry) ผู้สอนเปิดกว้างทางโอกาสในการคิด การทำ โดยการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเลือกเนื้อหาสาระ กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานด้วยตนเองจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่การค้นพบคำตอบที่น่าสนใจสำหรับตนเอง (Discovery) ผู้สอนควรจัดเตรียมบทเรียนโดยให้ความสำคัญกับปัญหาของผู้เรียน จัดเตรียมความสัมพันธ์และศัพท์ใหม่ๆ ที่มีโครงสร้างตามประสบการณ์ของผู้เรียน (Concept Introduction) เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้สะท้อนศักยภาพของตนจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านั้น (Concept Application)

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540; Bybee and others, 2006) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนหรือเรื่องประเด็นที่สนใจ ทั้งนี้ประเด็นอาจมาจากผู้เรียนหรือผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะในห้องเรียน กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนและสนใจ กิจกรรมควรจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์กับแนวคิด ทำกิจกรรมต่างๆ ในการสำรวจ ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุ และการเก็บรวบรวมและ/หรือ การบันทึกข้อมูลของตนเอง ผลที่ได้จากการสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายด้วยความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนที่จะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันระหว่างทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ช่วยให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างความคิด สามารถกำหนดแนวความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตนเอง ผู้สอนแนะแนวผู้เรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ผู้เรียนได้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดจากการค้นพบ แล้วทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นการประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือของวิธีการของหน่วยการเรียน การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำการประเมินโดยรวมในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพื่อกระตุ้นการสร้างแนวคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

การเรียนการสอนตามแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นการขยายจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น (ภาพที่ 2) เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน จะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550; Eisenkraft, 2003) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ อาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้มาก่อน ผู้สอนเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวม ข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

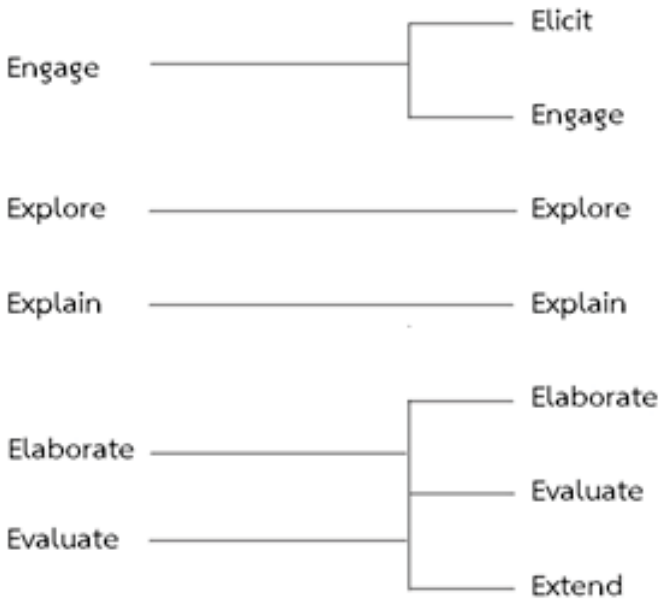
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย

สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างและประเมินคำอธิบาย ผู้เรียนจะได้มีโอกาสซักถาม ตรวจสอบหลักฐาน เป็นต้น ส่วนการมีส่วนร่วมในการรายงานคำอธิบายช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผลของหลักฐาน



ภาพที่ 2 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถกำหนดเป็นแนวทางได้โดยพิจารณาจากบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร ดังนั้น ผู้สอนสามารถศึกษาและวิเคราะห์ว่าแนวทางการเรียนการสอนแบบใดที่เหมาะกับบริบทห้องเรียนวิทยาศาสตร์ตนเอง ซึ่งมีแนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนดำเนินการเป็นส่วนใหญ่ โดยเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือไว้เรียบร้อย ผู้เรียนทำหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนดไว้ โดยมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้

• ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนเป็นนำประเด็นปัญหาที่ตนสนใจเข้ามาแนะนำให้ผู้เรียนสนใจ โดยผู้สอนตั้งประเด็นปัญหาในชั้นเรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนปฏิบัติการตามที่ผู้สอนกำหนด

• ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ผู้สอนกระตุ้นหรือเสนอแนะแนวทางการตั้งสมมติฐาน อธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไรจึงจะไม่เกิดอันตราย ข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งมีอะไรบ้าง

• ขั้นทำการทดลอง ผู้เรียนลงมือกระทำการทดลองเองตามที่ผู้สอนกำหนดไว้ในเอกสารหรือแบบบันทึกผลการทดลองที่ได้เตรียมไว้แล้ว

• ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ผู้เรียนนำเสนอข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ผู้สอนนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำพาผู้เรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหลักของบทเรียน

แนวทางที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้แบบกึ่งชี้แนะ (Less Guided Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวทางวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลอง โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้

• ขั้นกำหนดสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอประเด็นที่สนใจในชั้นเรียน

• ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นนี้ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้ ผู้เรียนทำหน้าที่สืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งที่ผู้สอนแนะหรืออาจค้นคว้าเพิ่มเติมได้

• ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ร่วมกัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

• ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา ผู้เรียนดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลด้วยตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่ติดตามและตรวจสอบการเรียนรู้ และการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

แนวทางที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ (Free Inquiry) เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง ผู้เรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ ผู้สอนจึงเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้สามารถพัฒนากระบวนการคิดและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนได้ โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ให้เหมาะกับเนื้อหา บริบทห้องเรียน และความพร้อมของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระ กระบวนการ และทักษะต่างๆ ที่จำเป็นแล้ว การประเมินการเรียนรู้ถือเป็นหัวใจสำคัญในการสะท้อนว่าการเรียนการสอนนั้นได้บรรลุเป้าหมายหรือไม่ หรือมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แม้ว่าจะเป็นแนวคิดที่แพร่หลายในทางวิทยาศาสตร์ศึกษาก็ตาม การประเมินผลการเรียนการสอนแบบนี้มีประเด็นที่ต้องประเมินด้วยกัน 3 ด้าน (Duschl, 2003) ดังนี้

- Epistemic Domain ด้านนี้ประเมินความสามารถต่างๆ ที่เกิดแก่ผู้เรียน อาทิ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างความรู้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การตัดสินใจอย่างมีเหตุมีผล จะต้องใช้การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินจากโครงงาน
- Conceptual Domain ด้านนี้ประเมินกรอบความคิดที่ผู้เรียนได้คาดหวัง และได้แนวคิดต่างๆ ที่ได้รับพัฒนาร่วมกันในชั้นเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน จะต้องใช้การสัมภาษณ์ การสังเกต
- Social Domain ด้านนี้ประเมินการนำเสนอและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ จะต้องใช้การสัมภาษณ์ การสังเกต

การประเมินผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นการประเมินทั้งความรู้และกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งการประเมินจะต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลายและประเมินตามสภาพจริง เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ การสังเกต การสอบถาม การประเมินจากโครงงาน การประเมินจากผลงาน เป็นต้น ผู้สอนก็ย่อมต้องพัฒนาตนเองทั้งในด้านการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ประเมินติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน และต้องทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆ กัน ส่งผลให้ผู้สอนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองในหลายๆ ด้านและนำไปสู่การคิดและดำเนินชีวิตอย่างนักวิทยาศาสตร์ ในขณะเดียวกันก็จะช่วยพัฒนาให้ผู้สอนเป็นครูมืออาชีพมากยิ่งขึ้นเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. *วารสารสสวท*, 96, 11-15.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25-30.

วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Abd-El-Khalick, E., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., et al. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.

Anderson, R.D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.

Bybee, R.W. (2004). Science Inquiry and Science Teaching. In Flick, L.B. and Lederman N.G. (Eds.), Scientific Inquiry and Nature of Science. *Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Netherlands : Kluwer Academic.

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P.V., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). T*he BSCS 5E Instructional Model : Origins and Effectiveness*. (Report) USA : The Office of Science Education and National Institutes of Health.

Deboer, G.E. (2004). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L.B. & Lederman N.G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Netherlands : Kluwer Academic.

Duschl, R. A. (2003). Assessment of inquiry. In Atkin, J. M. & Coffey, J. E. (Eds.), *Everyday Assessment in the Science Classroom*. Arlington, VA : National Science Teachers Association Press.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model : A Proposed 7E model emphasizes "Transfer of Learning" and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.

Hakkarainen, K., & Sintonen, M. (2002). The Interrogative Model of Inquiry and Computer-supported Collaborative Learning. *Science & Education*, 11, 25-43.

Hartikainen, A. (2008). Making Meanings : Pupil Talk in Inquiry-oriented Instruction. *Nordina*, 4(1), 256-268.

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire : Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Lemke, J.L. (2001). Articulating Communities : Sociocultural Perspectives on Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.

Lonsbury, J.G. & Ellis, J.D. (2002). Science History as a Means to Teach Nature of Science Concepts : Using the Development of Understanding related to Mechanisms of Inheritance. *Electronic Journal of Science Education*, 7(2), n.p.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC : National Academy Press.

Newton, P. (1999). The Place of Argumentation in the Pedagogy of School Science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576.

Nuangchalerm, P. (2009). Development of Socioscientific Issues-based Teaching for Preservice Science Teachers. *Journal of Social Sciences*, 5(3), 239-243.

Nuangchalerm, P. & Thamasena, B. (2009). Cognitive Development, Analytical Thinking, and Learning Satisfaction of Second Grade Students learned through Inquiry-based Learning. *Asian Social Science*, 5(10), 82-87.

Panasan, M. & Nuangchalerm, P. (2010). Learning Outcomes of Inquiry-based and Project-based Learning Activities. *Journal of Social Sciences*, 6 (2), 252-255.

Pottenger, F.M. (2007). *Inquiry and Disciplinary Natural Science Teaching*. Paper presented at the Hawaii International Conference on Education, Honolulu, HI.

Seraphin, K. & Baumgartner, E. (2010). Students as Scientists : Guidelines for Teaching Science through Disciplinary Inquiry. In Yager, R. (Ed.), *Exemplary Science for Resolving Societal Challenges*. Arlington, VA : National Science Teachers Association–NSTA Press.

Seraphin, K.D., Philippoff, J., Kaupp, L. & Vallin, L.M. (2012). Metacognition as Means to increase the Effectiveness of Inquiry-based Science Education. *Science Education International*, 23(4), 366-382.

Tytler, R. (2012). Socio-Scientific Issues, Sustainability and Science Education. *Research in Science Education*, 42, 155-163.

Windschitl, M. (2002). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What can investigative Experiences reveal about Teacher Thinking and eventual Classroom Practice?. *Science Education*, 87(1), 112-143.