

การจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ Instruction for Promoting Argumentation Skill in Science Classroom

เอกภูมิ จันทรชนดี*

Ekgapoom Jantarakantee*

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University 50 Ngamwongwan Road,
Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

บทคัดย่อ

ทักษะการโต้แย้ง คือ ความสามารถในการสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งในวิชาวิทยาศาสตร์จะให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และยังส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลหลักฐาน ซึ่งล้วนเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเริ่มจากการสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นจึงใช้คำถามกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์การเรียนรู้เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้สร้างขึ้น สำหรับนำไปใช้โต้แย้งกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างไป จนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับร่วมกันของนักเรียนทั้งสองฝ่ายต่อประเด็นการโต้แย้งที่เกิดขึ้น

คำสำคัญ : การจัดการเรียนการสอน ทักษะการโต้แย้ง ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

*Corresponding author. E-mail: feduepj@ku.ac.th

Abstract

Argumentation skill is the ability to construct, support, oppose, or adjust the claim for generating an acceptable body of knowledge. Argumentation skill requires the cooperation between the empirical evidence from the investigation or experimentation and the justification for combining the claim with the evidence. Promoting students' argumentation skill in science classroom will lead the student to be a scientifically literate person. Furthermore, it can develop students' higher order thinking skills, science process skills, understanding the nature of science, communication skill, and the ability in assessing the reliability of the data and evidence which are the main goals in science learning in the present time. Instructional way to promote students' argumentation skill in science is starting from building the learning situation for generating the argumentation aspect. Then ask probing questions to arouse students' logical thinking in order to compile and connect the evidences that they get from the learning situation with the claim. Next, use the generating claim to argue with other difference students' claims. Finally, write the correct conclusion of the argumentation aspect that is mutually acceptable from both sides of the disputant.

Keywords: Instruction, Argumentation skill, Science classroom

บทนำ

ทักษะการโต้แย้งเป็นทักษะที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันจากผู้คนในวงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา เพราะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและทฤษฎีของความรู้ (Epistemology) สำหรับนำไปใช้ในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Osborne et al., 2012; Lin & Mintzes, 2010) ในกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการพิสูจน์ความจริงเพื่อให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และนำมาซึ่งการยอมรับความจริงหรือองค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ โดยอาศัยการร่วมกันพิจารณาใคร่ครวญอย่างมีเหตุผลและการวิพากษ์วิจารณ์จากหลากหลายมุมมอง เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดขององค์ความรู้ที่อาจเกิดขึ้น (Horsella & Sindermann, 1992) จะเห็นได้ว่าการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยกระบวนการ 2 ประการที่สำคัญ คือ การศึกษา ค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการวิพากษ์วิจารณ์ โต้แย้งจากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงสาธารณชนทั่วไปเพื่อให้องค์ความรู้ที่ค้นพบมีความถูกต้องและได้รับการยอมรับ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ก็เช่นกัน ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือสร้างองค์ความรู้และปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า “ครูควรจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น” (พงษ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ, 2553)

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกำลังได้รับความสนใจจากทั่วโลก ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา งานวิจัยของ Lee et al. (2009) แสดงให้เห็นว่าการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นหนึ่งในแนวโน้มหลักของงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาดังแต่ปี 2003-2007 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next generation science standard) ที่แบ่งมิติของการเรียนการสอนออกเป็น 3 มิติ คือ มิติแนวคิดหลักของสาขาวิชา (Disciplinary core ideas) มิติแนวคิดเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา (Crosscutting concepts) และมิติการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and engineering practices) โดยเฉพาะในมิติเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักตั้งคำถาม พัฒนาและการใช้แบบจำลอง วางแผนและทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ สร้างความรู้และสื่อสารอธิบายให้ผู้อื่นรับทราบ กระตุ้นการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งจากประจักษ์พยานหลักฐาน จนนำไปสู่การประเมินเพื่อลงข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ (NRC, 2013) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของคุณลักษณะความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์



ในปัจจุบัน (Bybee, 2008; Lin et al., 2012) Bybee (2008) และ OECD (2006) ได้ระบุว่า ผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์และลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในหลากหลายมุมมอง มีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจและการมีส่วนร่วม ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคม

จากจุดเน้นเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ และเป้าหมายใน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และมีความสามารถ ในการโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐานดังกล่าว ส่งผลให้ครูต้องคิดทบทวนและปรับเปลี่ยนการสอนของตนเองเพื่อเตรียมนักเรียนให้มีคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ตามที่ได้คาดหวังไว้ บทความนี้จะช่วยทำให้ผู้อ่านมีความรู้เข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับ ธรรมชาติของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทราบแนวทางการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ความหมายและธรรมชาติของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามิใช่ให้ความหมายและระบุธรรมชาติของการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย ซึ่งสรุปได้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ บุคคลพยายามที่จะสร้างสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับ ในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้ เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน (Sampson et al., 2011; Cavagnetto, 2010; Lin & Mintzes, 2010; Simon et al., 2002) ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์นี้รวมถึง ข้อสรุปจากการอนุมาน (Conjecture) ข้อค้นพบที่ได้จากการทดลอง (Conclusion) รวมทั้ง คำอธิบาย แบบจำลองหรือข้อค้นพบจากงานวิจัยต่างๆ (Tsai, 2015 และ Sampson et al., 2013) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากเป็นกระบวนการ ที่เกี่ยวกับการสร้างและวิพากษ์วิจารณ์ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ของความจริงที่ถูกต้องโดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ พยานหลักฐาน และการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานสำคัญ (Osborne et al., 2012) พยานหลักฐานที่นำมาใช้ในการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถพิสูจน์ยืนยันให้เห็นจริงได้ ทั้งการพิสูจน์เพื่อความถูกต้อง (Verification) และการพิสูจน์ว่าเป็นเท็จ (Falsification) (Nussbaum et al., 2012) โดยปกติ

นักวิทยาศาสตร์มักจะทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงนำเสนอข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต่อประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยพยานหลักฐานที่เกี่ยวข้องร่วมกับการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ตนเองค้นพบ เพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นมั่นใจและยอมรับข้อกล่าวอ้างดังกล่าว รวมถึงการเตรียมการแก้ต่างหรือปกป้องข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ของตนเองจากการโต้แย้งหรือคัดค้านจากนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น กระบวนการทั้งหมดที่นักวิทยาศาสตร์ทำเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับคือ คุณลักษณะหรือธรรมชาติของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Sampson et al., 2013)

ตัวอย่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในแวดวงวิทยาศาสตร์ คือ การค้นพบโครงสร้างดีเอ็นเอ (DNA) ที่มีลักษณะเป็นสายคู่ที่บิดพันเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียน (Double Helix) ของเจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) โดยก่อนหน้านี้ นักวิทยาศาสตร์รู้จักดีเอ็นเออยู่แล้วว่าดีเอ็นเอเกี่ยวข้องกับการนำส่งข้อมูลทางพันธุกรรม แต่ยังไม่ทราบว่าดีเอ็นเอมีรูปร่างลักษณะอย่างไร และมีการทำงานอย่างไร ต่อมาวัตสันและคริกได้ศึกษาและเสนอข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับโครงสร้างในโมเลกุลของดีเอ็นเอ (Sampson et al., 2013 และ Osborne et al., 2012) ว่า

...ดีเอ็นเอเป็นสายโพลีนิวคลีโอไทด์ 2 สาย พันกันเป็นเกลียวเวียนขวา โดยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายนี้เรียงตัวในแนวที่ตรงกันข้ามกัน โพลีนิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สายถูกเชื่อมด้วยเบสที่จับคู่กันอย่างจำเพาะเท่านั้น กล่าวคือเบส A (อะดีนีน) จะเชื่อมกับเบส T (ไทมีน) และเบส C (ไซโตซีน) จะเชื่อมกับเบส G (กวานีน)...

วัตสันและคริก ได้เสนอหลักฐานจากการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองว่า

...จากการทดลองของเออร์วิน ชาร์กาฟฟ์ (Erwin Chargaff) พบว่า อัตราส่วนของเบส A และเบส T และอัตราส่วนของเบส C และเบส G ใน DNA ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ จะเท่ากันเสมอ ทำให้ยืนยันได้ว่าคู่เบสมีการจับคู่กันอย่างจำเพาะเท่านั้น ...

ข้อความดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการที่วัตสันและคริกนำหลักฐานที่ได้มาจากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ตีความหมาย และให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในงานวิจัยของตนเอง ทำให้ข้อกล่าวอ้างของทั้งคู่มีความเป็นเหตุเป็นผลและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างของวัตสันและคริก ได้มีนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นโต้แย้งว่าทำไมจึงไม่นำหลักฐานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในดีเอ็นเอ มาใช้ประกอบการอธิบายข้อกล่าวอ้างของพวกเขาด้วย วัตสันและคริกก็ได้โต้แย้งและอธิบายถึงสาเหตุที่ไม่ได้นำหลักฐานจากงานวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในดีเอ็นเอมาใช้ประกอบการอธิบายข้อกล่าวอ้างในงานวิจัยของตนเองในครั้งนั้นจนฝ่ายที่โต้แย้งยอมรับ



ตัวอย่างที่ยกมาแสดงข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งของนักวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นเหตุเป็นผลของประจักษ์พยานหลักฐานที่นำมาแสดงเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นมั่นใจและยอมรับข้อกล่าวอ้างที่ตนเองได้ค้นพบ สำหรับการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ 2 ประการ คือ การทำความเข้าใจเหตุการณ์ที่ศึกษา (การสร้างข้อกล่าวอ้างและการสร้างคำอธิบายโดยอาศัยหลักฐานจากการศึกษาค้นคว้าและทดลอง) และการสื่อสารความเข้าใจที่เกิดขึ้น (การนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือการให้เหตุผลของสิ่งที่ค้นพบ รวมทั้งการวิพากษ์วิจารณ์นำเสนอข้อโต้แย้งอื่นๆ ที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างที่ถูกนำเสนอ ควบคู่ไปกับการให้เหตุผลคัดค้านข้อโต้แย้งอื่นๆ ที่ต่างออกไปเพื่อปกป้องข้อกล่าวอ้างของตนเองที่นำเสนอ) (Tsai, 2015) การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ ค้นคว้า หาข้อมูล และทำการทดลอง เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันจะนำมาซึ่งพยานหลักฐานต่างๆ และนำพยานหลักฐานที่ได้มานำเสนอให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์ว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับพยานหลักฐานที่เกิดขึ้น เพราะเหตุใด จนนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ทุกฝ่ายเห็นพ้องต้องกันว่าถูกต้อง

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูล



ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่นำเสนอได้

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

ผู้เขียนขอยกตัวอย่างแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนการสอนเรื่องระบบนิเวศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังบริบทของการสอนต่อไปนี้

ภายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ ครูได้ตั้งประเด็นคำถามสำหรับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า “ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อการสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นที่กำลังเป็นข่าวและปรากฏตามสื่อต่างๆ อยู่ในปัจจุบันนี้ พร้อมแสดงเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน”

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เช่น ไม่เห็นด้วย เพราะจะส่งผลเสียอย่างใหญ่หลวงต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เช่น การสร้างเขื่อนจะทำลายพื้นที่ป่าและทำให้สัตว์ป่าเป็นจำนวนมากต้องตายหรือลดจำนวนลง เนื่องจากการจมน้ำ และการไม่สามารถดำรงชีวิตในรูปแบบเดิมได้ และถ้าในบริเวณที่จะสร้างเขื่อนมีพืชหรือสัตว์ป่าเฉพาะถิ่นก็จะทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง เนื่องจากการสูญพันธุ์ของพืชหรือสัตว์ป่าดังกล่าว

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เช่น การสร้างเขื่อนกั้นลำน้ำตามธรรมชาติเป็นผลทำให้ปลาที่อยู่ใต้เขื่อนไม่สามารถว่ายน้ำขึ้นไปวางไข่เหนือเขื่อน เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังข้อมูลรายงานผลกระทบจากการสร้างเขื่อนปากมูลของกรมประมงที่ระบุว่า การสร้างเขื่อนปากมูลทำให้ปลาพันธุ์หายากหลายชนิดลดจำนวนลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากปลาไม่สามารถว่ายน้ำขึ้นไปวางไข่ในพื้นที่ดั้งเดิมได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ยังมีข้อสรุปว่าการสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นจะกระทบต่อระบบนิเวศของอุทยานแห่งชาติ



แม้มันที่มีความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะป่าล็กทองธรรมชาติ ผืนเดียวตามธรรมชาติที่เหลืออยู่ในประเทศไทย ดังนั้นควรเก็บรักษาไว้เพื่อพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่จะสร้างประโยชน์ที่ยั่งยืนกว่าการทำลาย

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เช่น ควรสนับสนุนให้มีการสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นเพราะจะได้ช่วยแก้ปัญหาภัยแล้งและบรรเทาไม่ให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง

5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เช่น ในทางวิศวกรรมเขื่อนไม่สามารถแก้ปัญหา น้ำท่วมได้อย่างแท้จริง ผลการศึกษาขององค์การอาหารและการเกษตรโลก (FAO) ระบุว่าเขื่อนแก่งเสือเต้นสามารถแก้ปัญหา น้ำท่วมได้ เพียง 8 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และสาเหตุของการเกิด น้ำท่วมในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมส่วนใหญ่เป็นเพราะไม่มีพื้นที่ป่าต้นน้ำของลุ่มน้ำยม เนื่องจากพื้นที่ ป่าต้นน้ำของลุ่มน้ำยมตอนบนถูกทำลาย เมื่อฝนตกลงมาความสามารถในการกักเก็บน้ำลดลง ทำให้น้ำไหลบ่าทะลักลงมาอย่างรวดเร็ว การสร้างเขื่อนจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของพื้นที่ เป็นอย่างมาก ยังไม่นับรวมคุณประโยชน์จากธรรมชาติที่ชาวบ้านได้พึ่งพิง ทั้งเห็ด หน่อไม้ ผักหวาน สมุนไพร ซึ่งมีประเมินมูลค่าไม่ได้

ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Venville & Dawson (2010) Cavagnetto & Hand (2012) Osborne et al. (2012) และ Simon & Richardson (2009) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และฝึกการตัดสินใจของนักเรียน

(2) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

(3) ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการตอบสนองทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างไร เช่น การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นพื้นฐานสำคัญ เมื่อได้ความรู้มาแล้วความรู้นั้นก็ต้องผ่านการสำรวจ ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์จากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์หรือสังคมโดยส่วนรวมเสียก่อน เพื่อให้ความรู้ที่ค้นพบมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด

(4) ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียน เนื่องจากในการโต้แย้งอภิปรายนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูล และบูรณาการความรู้ในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอให้ผู้อื่นรับทราบ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

(5) ถ้าประเด็นที่นำมาให้นักเรียนโต้แย้งเกี่ยวข้องกับสังคม จะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ในการมีส่วนร่วมหรือให้ความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ต่อชุมชน ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน

(6) ใช้แก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมักจะมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ คือการจดจำเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่มีผู้รวบรวมไว้แล้ว (Factual knowledge) เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องเรียนโดยไม่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งอะไรได้ มาเป็นการเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคม ที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ในการวิพากษ์ วิจัย ตัดแย้ง เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือหรือความเป็นไปได้ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพลวัตที่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งได้

(7) การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ในการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของตนเอง

(8) ส่งเสริมการรู้คิด เพราะการรู้คิด คือ การที่นักเรียนตระหนักรู้ด้วยอยู่ตลอดเวลาว่าตนเองกำลังคิดอะไร และในขณะที่นักเรียนกำลังโต้แย้งหรือเวลาที่เพื่อนคนอื่นแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง นักเรียนก็ต้องมีการลำดับความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะพูดออกมาว่าจะต้องทำอะไรต่อไป เป็นการส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน

แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง มาสร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ การทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาและมีความถูกต้องได้อย่างไรนั้น ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและประเมินข้อกล่าวอ้าง รวมทั้งฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล (Suppe, 1998) ครูควรตระหนักว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แสดงออกมาได้โดยธรรมชาติ ครูจำเป็นต้องทำให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (Hogan & Maglienti, 2001) โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 2 สิ่งหลักๆ คือ ความรู้ในเนื้อหาที่จะใช้ในการโต้แย้ง และความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้ง (Simon et al., 2002) แนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การบูรณาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะ



หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Cavagnetto, 2010) กล่าวคือ การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนขอเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งปรับปรุงมาจากกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2009) และ Sampson et al. (2011) โดยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) การระบุภาระงาน (2) การสรรค์สร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) กิจกรรมการโต้แย้ง และ (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งยกตัวอย่างแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่อง ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง (อรยา แจ่มใจ, 2557) ประกอบในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task) คือ การสร้างความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานพร้อมกับการชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ตัวอย่างเช่น ครูทบทวนความรู้เดิมจากการเรียนครั้งที่แล้วโดยใช้คำถามว่า วัตถุที่ตกอย่างอิสระในแนวตั้งมีความเร็วในการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร จากนั้นครูให้นักเรียนสังเกตจุดบนแถบกระดาษที่เกิดจากการปล่อยถุงทรายในแนวตั้ง ที่นักเรียนได้ทำการทดลองไปเมื่อครั้งที่แล้ว และให้นักเรียนเขียนว่านักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุเหตุผลว่าทำไมจึงเกิดเหตุการณ์ดังที่นักเรียนสังเกตเห็น

2. การสรรค์สร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data) คือ การให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณกลุ่มละ 3-4 คน ในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและลงมือสำรวจตรวจสอบตามที่ตนเองได้ออกแบบไว้ พร้อมกับบันทึกรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ในขั้นนี้ครูควรเดินดูนักเรียนโดยรอบห้องเรียน และอาจใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่า “นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่มีความน่าเชื่อถือ” หรือ “นักเรียนมีข้อมูลเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปของนักเรียนแล้วหรือไม่” รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และคิดวิธีนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และนำเสนอให้เพื่อนคนอื่นในห้องเรียนและครูฟัง ตัวอย่างเช่น ครูอธิบายวิธีคำนวณหาขนาดของความเร็วเฉลี่ย และหาขนาดความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งบนแถบกระดาษให้นักเรียนฟัง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคำนวณความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่งที่จุดต่างๆ บนแถบกระดาษของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ จะมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อคิดเห็น ข้อค้นพบ หรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ (2) การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบกับข้อกล่าวอ้างว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้เขียนขึ้น (3) หลักฐาน คือ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัด การสังเกต การทดลอง รวมทั้งการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือ ขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่องค์ความรู้ที่ไร้ข้อพิพาท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสืบเสาะค้นคว้าร่วมกับการแสดงให้เห็นถึงหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับความหมายของความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง แล้วเขียนลงในกระดาษที่ครูแจกให้ โดยนักเรียนต้องแสดงเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะครูจะได้ประเมินความคิดและความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนของนักเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูอธิบายความหมายและองค์ประกอบต่างๆ ของการโต้แย้ง และ (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง ส่วนเพื่อนกลุ่มอื่นต้องแสดงความคิดเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ส่วนกลุ่มที่นำเสนอก็ต้องโต้แย้งกลับโดยใช้พยานหลักฐานและเหตุผล เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกล่าวอ้างหรือความคิดของเพื่อนกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยไม่ถูกต้อง ทำเช่นนี้หมุนเวียนกันจนครบทุกกลุ่ม ตัวอย่างเช่น ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งว่า ความเร็วเฉลี่ยกับความเร็วขณะหนึ่งมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับความหมายของความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่ง และให้เพื่อนๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ พร้อมระบุเหตุผลและหลักฐาน ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันครูต้องให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุเหตุผลและหลักฐานจนนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report) คือ การให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบและผลที่เกิดจากการโต้แย้ง เพื่อให้ นักเรียนรู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความคิดของตัวเองหรือ



ไม่ว่าอย่างไร ทำให้นักเรียนถึงเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงความคิดของตัวเองภายหลังจากการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม จากนั้นจึงให้นักเรียนส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่ตรวจสอบและส่งรายงานกลับคืนให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามข้อเสนอแนะของครู การเขียน รายงานจะทำให้ นักเรียนเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น ครูมอบหมายให้ นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเรียนเรื่อง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็ว ขณะหนึ่ง และให้นักเรียนทำโจทย์แบบฝึกหัดเพื่อแสดงวิธีการหาความเร็วเฉลี่ย และความเร็ว ขณะหนึ่งอย่างละ 2 ข้อ

นอกจากนี้ Cavagnetto & Hand (2012) ยังได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยการใช้คำถามเชิงวิพากษ์ (Critical question) เพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนซึ่งคำถามเชิงวิพากษ์จะเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดใช้เหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ ในการโต้แย้งซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเช่น ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณของแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gas) ในบรรยากาศกับอุณหภูมิของโลก ครูมีตารางข้อมูลที่แสดงปริมาณของแก๊สเรือนกระจกและอุณหภูมิของโลกในรอบ 500 ปีให้ นักเรียนดู จากนั้นครูใช้คำถามเชิงวิพากษ์เพื่อฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

- 1) มีหลักฐานอะไรหรือไม่จากข้อมูลในตารางที่แสดงว่าเมื่อปริมาณของแก๊สเรือนกระจก ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นแล้วอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น
- 2) ถ้ามี หลักฐานดังกล่าวคืออะไร
- 3) มีข้อมูลส่วนใดหรือไม่ ที่ขัดแย้งจากข้อมูลในข้อ 1) ถ้ามี ข้อมูลดังกล่าวคืออะไร
- 4) นักเรียนคิดว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกอีกหรือไม่ ถ้ามี ปัจจัยดังกล่าวคืออะไร
- 5) เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าปัจจัยดังกล่าวจึงน่าจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ของโลก นักเรียนมีหลักฐานอะไร
- 6) หลักฐานที่นักเรียนระบุไว้ข้างต้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีเพียงใด เพราะเหตุใด
- 7) มีข้อมูลหรือหลักฐานอื่นๆ ที่อาจนำมาโต้แย้งกับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลหรือหลักฐานคืออะไร
- 8) นักเรียนจะโต้แย้งกลับข้อมูลหรือหลักฐานในข้อ 7) อย่างไรเพื่อปกป้องหรือยืนยันว่า ข้อกล่าวอ้างของตนเองนั้นถูกต้อง

กล่าวโดยสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้คำถามเชิงวิพากษ์ ครูจะต้อง เริ่มจากการสร้างสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นจึงใช้คำถาม ชักใช้ไต่เรียงในการกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน เพื่อรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐาน

จากสถานการณ์การเรียนรู้เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้สร้างขึ้น สำหรับนำไปใช้ได้แย้งกับข้อกล่าวอ้างของเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างไป จนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับร่วมกันของนักเรียนทั้งสองฝ่ายต่อประเด็นการโต้แย้งที่เกิดขึ้น

สรุปผลและข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คือ ความพยายามในการสร้างความถูกต้องและความน่าเชื่อถือให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติและการมีส่วนร่วมของประชาคมวิทยาศาสตร์และสังคมโดยส่วนรวมในการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่การถกเถียงเพื่อมุ่งที่จะเอาชนะซึ่งกันและกัน แต่เป็นการถกเถียงอย่างเป็นมิตรที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของข้อกล่าวอ้างหลักฐานและเหตุผล โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลายประการ ทั้งการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ส่งเสริมการบูรณาการความรู้ในวิชาต่างๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และที่สำคัญที่สุด คือ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด ลักษณะ ขอบเขต ข้อจำกัด และทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ในการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคม สามารถประเมินค่าสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสื่อต่างๆ ได้อย่างมีวิจารณญาณ

ปัจจุบันนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม การดำรงชีวิตของมนุษย์เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดเวลา อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องพัฒนาการสอนของตนเองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้มีคุณลักษณะของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อทำให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่เต็มไปด้วยองค์ความรู้และผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างรู้เท่าทันและมีความสุข การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทำได้โดยการสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้งจากนั้นจึงใช้คำถามกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์การเรียนรู้เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้สร้างขึ้น สำหรับนำไปใช้ได้แย้งกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างไป จนนำไปสู่การลงข้อสรุป



ที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับร่วมกันของนักเรียนทั้งสองฝ่ายต่อประเด็นการโต้แย้งที่เกิดขึ้น การจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่ง ที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้นักเรียนมีทักษะ การคิดขั้นสูง รู้จักตั้งคำถาม และลงมือค้นคว้าหาคำตอบ นำคำตอบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาอภิปรายโต้แย้งเพื่อร่วมกันพิจารณาจากหลายๆ มุมมอง อันจะนำไปสู่ข้อความรู้ที่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือประกอบการคิด จนนำไปสู่การตัดสินใจต่างๆ อย่างรอบคอบ อยู่บน หลักการของคุณธรรม และจริยธรรม ผู้ที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะมีความเข้าใจและ ยอมรับในความรู้ ความเชื่อ และการปฏิบัติตัวของผู้อื่น ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่แสดงให้เห็น ถึงการเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตที่สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขซึ่งเป็นเป้าหมายหนึ่ง ที่สำคัญของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ประกาศใช้อยู่ในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าการ ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะนำมา ซึ่งการบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาทั้งในระดับกลุ่มสาระวิชา คือ การทำให้นักเรียนเป็นผู้ รู้วิทยาศาสตร์และในระดับชาติ คือ การทำให้นักเรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และคุณธรรม

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ. (2553). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา (01159222). เอกสารอัดสำเนา. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul Brandwein lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566–585.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336–371.

- Cavagnetto, A. R. & Hand, B. (2012). The importance of embedding argument within science Classrooms. In M. S. Khine, (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. Dordrecht; New York: Springer.
- Hogan, K. & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of pupils' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 63 - 87.
- Horsella, M. & Sindermann, G. (1992). Aspects of scientific discourse: Conditional argumentation. *English for Specific Purposes*, 11(2), 129-139.
- Lee, M. H., Wu, Y. T. & Tsai, C. C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Lin, H. S., Hong, Z. R. & Huang, T. C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
- Lin, S. & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- National Research Council [NRC]. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press [Online]. Retrieved August 28, 2015, from: <http://www.nextgenscience.org/>
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. & Owens. M. C. (2012). The two faces of scientific argumentation: Applications to global climate change. In M. S. Khine, (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. Dordrecht; New York: Springer.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematics Literacy – A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publication.
- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A. & Szu, E. (2012). Introduction of argumentation. In M. S. Khine, (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. Dordrecht; New York: Springer.
- Sampson, V., Enderle, P. & Grooms, J. (2013). Argumentation in science education. *The Science Teacher*, 80(5), 30-33.

- Sampson, V., Grooms J. & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: Way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, November 2009, 42-47.
- Sampson, V., Grooms J. & Walker, J. (2011). Argument-Driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. (2002). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 7-10, in New Orleans, LA.
- Simon, S. & Richardson, K. (2009). Argumentation in school science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. *Argumentation*, 23(4), 469-493.
- Suppe, F. (1998). The structure of a scientific paper. *Philosophy of Science*, 65(3), 381-405.
- Tsai, C. (2015). Improving students' PISA scientific competencies through online argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321-339.
- Venville, G. J. & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952-977.