

การศึกษการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครู
วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

A Study of Teaching for the Development of Scientific Inquiry
Competence of Science Teachers in Lower Secondary Level

Received : 2023-01-23

Revised : 2023-02-15

Accepted : 2023-02-28

ผู้วิจัย ดวงเดือน สุวรรณจินดา¹

Duongdearn Suwanjinda

Duongdearn.Suw@stou.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 372 คน ซึ่งได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยการคำนวณโดยใช้สูตรของยามาเน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอน เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจัดการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับดังนี้ 1) ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/มีส่วนร่วมในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่นำเสนอแก่ผู้เรียน (97.1%) 2) ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ (94.1%) 3) ให้ผู้เรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/การสำรวจ/การทดลอง (91.2%) 4) ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย (85.3%) 5) ให้ผู้เรียนทำการสำรวจตามแผนที่วางไว้ (79.4%) 6) ให้ผู้เรียนออกแบบการทดลอง (63.6%) และ 7) ให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจ (52.9%) โดยเมื่อพิจารณาในรายละเอียดลักษณะสำคัญของคำถาม สมมติฐาน การออกแบบการสำรวจและการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ครูวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่าหลายลักษณะอยู่ในระดับที่น้อยกว่า 50% โดยเฉพาะที่อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ การบอกแนวโน้มหรือผลกระทบสำหรับการสำรวจ/การทดลองครั้งต่อไป (3.1%) การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (18.8%) และการให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเพื่อการปรับปรุงการสำรวจ/การทดลองจากข้อมูล (18.8%) ซึ่งสมควรได้รับการพัฒนาต่อไป

คำสำคัญ สมรรถนะ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์

¹ รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

¹Associate Professor Dr. in Science Education, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

Abstract

This research objective was to study teaching for the development of scientific inquiry competence of science teachers in lower secondary level. Sample used in this research was 372 science teachers who teach in lower secondary level, sample size was calculated using Yamane's formula at the confidence level of 95 percent, all of whom were obtained by multi-stage random sampling. Research tool was a questionnaire about teaching for the development of scientific inquiry competence of science teachers in lower secondary level. Data were analyzed by finding the frequency, percentage, mean and standard deviation.

Research results showed that the science teachers in lower secondary level teaching for the development of scientific inquiry competence in the following order. 1) Ask students to formulate questions/participate in asking questions according to situations presented to the students (97.1%). 2) Ask students to conduct experiments as planned (94.1%) 3) Ask students to analyze data from situations/surveys/experiments (91.2%) 4) Ask students to generate hypothesis about what they suspect (85.3%) 5) Ask students to survey as planned (79.4%) 6) Ask students to design experiments (63.6%), and 7) Ask students to design surveys (52.9%). When considering the features of questions, hypotheses, designing surveys and experiments, and analyzing data that the teachers ask students to do to develop scientific inquiry competence, it was found that several features were less than 50%, particularly in the top 3 lowest levels were telling trend or implications for the next surveys/experiments (3.1%), assessing the credibility of the data (18.8%), and allowing students evaluate processes for improving surveys/experiments from data (18.8%) which deserve further improve.

Keywords Competence, Scientific Inquiry, Science Teachers

บทนำ

เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับชีวิตและการทำงานในศตวรรษที่ 21 นักเรียนต้องเข้าใจ ดำเนินการและประเมินการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ (Abd-El-Khalick et al, 2004; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004; Arnold, Kremer, & Mayer, 2014) หลายประเทศจึงจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ K-12 (DfES/QCA (Department for Education and Skills/Qualification and Curriculum Authority), 2004; Kultusminister Konferenz (KMK), 2005; NRC (National Research Council), 1996; NRC, 2000; NGSS Lead States, 2013) เน้นการสอนและการเรียนรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry Competence (SIC) หรือที่เรียกว่า “การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” “ทักษะการสืบเสาะหาความรู้” หรือ “การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์”)

เห็นได้ชัดว่าสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SIC) ได้รับการยอมรับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์และเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Arnold, Boone, Kremer, & Mayer, 2018) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหา (เช่น Abd-El-Khalick, et al, 2004) ดังนั้น สมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ และการทำการทดลอง) สมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะย่อย โดยนักเรียนควรจะสามารถกำหนดคำถามทางวิทยาศาสตร์/สร้างสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ นักเรียนควรจะสามารถออกแบบการทดลองได้ และนักเรียนควรจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้

NRC (1996) สนับสนุนว่า นักเรียนควรพัฒนาสมรรถนะในการสืบเสาะหาความรู้ เช่นเดียวกับ NRC (2000) ที่ยืนยันว่านักเรียนเกรด 9 – 12 ควรมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น (ก) ระบุคำถาม ออกแบบและดำเนินการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (ข) ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและใช้คณิตศาสตร์ในการรวบรวม วิเคราะห์ และตีความข้อมูล (ค) กำหนดคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐาน (ง) รับรู้และวิเคราะห์คำอธิบายทางเลือก และ (จ) สื่อสารข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993, p. 9) ยืนยันว่า ครูควรสนับสนุนนักเรียนผ่านกระบวนการทางความคิดเหมือนนักวิทยาศาสตร์ เช่น นำเสนอคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการสำรวจ รับข้อมูล หาข้อสรุป ออกแบบการสำรวจใหม่ และสุดท้าย สร้างและแก้ไขทฤษฎี ให้นักเรียนทำการทดลองหรือทำการสังเกตอย่างรอบคอบหลายๆ ครั้ง

รายงานการวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีการสร้างเครื่องมือวัดและศึกษาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (เช่น Beaumont-Walters, & Soyibo., 2001; Temiz, Tasar, & Tan, 2006; Germann, Aram, 1996; Nowak, Nehring, Tiemann, & zu Belzen, 2013) แต่ยังไม่พบรายงานการวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้หรือการสอนที่ครูวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศไทย เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้สนับสนุนการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามตัวบ่งชี้สมรรถนะย่อยและลักษณะสมรรถนะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วประเทศ จำนวน 6,915 โรงเรียน จำนวนครู 34,087 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 372 คน ซึ่งได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยการคำนวณโดยใช้สูตรของยามาเน (Yamane, 1973, 1088) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างกระจายทั่วประเทศ จึงทำการสุ่มหลายขั้นตอน (Multistage sampling) มีวิธีการสุ่มหลายขั้นตอนจากครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วประเทศ โดย (1) จาก 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ สุ่มภาคละ 4 จังหวัด (2) จากจังหวัด สุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แยกตามขนาดโรงเรียน โดยในแต่ละจังหวัด สุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 2 โรงเรียน สุ่มผู้ประกอบวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนขนาดใหญ่โรงเรียนละ 6 คน (1×6) โรงเรียนขนาดกลางโรงเรียนละ 6 คน (2×6) และโรงเรียนขนาดเล็กโรงเรียนละ 2-3 คน ($1 \times 2 / 1 \times 3$) เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง จังหวัดละ 23-24 คน จนครบจำนวน 372 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 การสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษานี้ใช้กรอบสมรรถนะในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตาม Chang, Chen, Guo, Cheng, Lin and Jen (2011) ได้แก่ การนำเสนอคำถามและสมมติฐาน การวางแผน การทดลองและการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปผล ดังนี้ 1) การนำเสนอคำถามและสมมติฐาน นักเรียนตั้งคำถามหรือสมมติฐานจากประสบการณ์ หลักฐาน หรือทฤษฎีในศาสตร์แห่งการเรียนรู้ 2) การวางแผน นักเรียนใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับคำถามหรือสมมติฐานเฉพาะเจาะจง ใช้ทรัพยากร จากนั้นจึงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทดลองและรวบรวมข้อมูล นักเรียนรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมตามที่วางแผนไว้ และ 4) การวิเคราะห์ ตีความ และสรุปข้อมูล นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างหลักฐาน สร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุป จากนั้นสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อสรุปเพื่อสร้างแบบจำลองหรือคำอธิบายผ่านการคิดเชิงตรรกะ และตาม Arnold, Boone, Kremer and Mayer (2018) ที่กำหนดสมรรถนะย่อยและลักษณะสมรรถนะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ได้แก่ 1) การตั้งคำถามและสร้างสมมติฐาน นักเรียนควรสามารถกำหนดคำถามทางวิทยาศาสตร์/สร้างสมมติฐานที่ทดสอบได้ 2) การออกแบบการทดลอง นักเรียนควรออกแบบการทดลองได้ และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนควรจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบสอบถามออนไลน์การสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่มุ่งศึกษาการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ เมื่อตรวจสอบความครบถ้วนของรายการคำถามแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ทั้งหมด มีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย จำนวน 3 ท่าน เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสอบถามออนไลน์การสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วประเทศ

การพัฒนาแบบสอบถามออนไลน์การสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างแบบสอบถามซึ่งมีลักษณะเป็นทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิดชนิดมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

2) เขียนข้อความให้ครอบคลุมกรอบสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและวางแผนการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปผล ผู้วิจัยทำการประเมินโดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบทั้งที่เลือกได้ตัวเดียวและเลือกได้หลายตัวเลือก รวมทั้งที่มีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย ระดับน้อยที่สุด

3) ตรวจสอบและจัดกลุ่มข้อความในแบบสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4) นำแบบสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบ โดยพิจารณาพิจารณาความสอดคล้อง ความเหมาะสมของข้อความ รวมทั้งภาษาที่ใช้ในการถาม เป็นข้อความที่ใช้ในการสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำไปจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามออนไลน์เพื่อใช้สอบถามครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสอบถามการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วประเทศ จำนวน 372 คน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วผู้วิจัยส่งลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ให้ครูวิทยาศาสตร์ทางอีเมล และทางแอปพลิเคชันไลน์ จากการประสานงานเบื้องต้นก่อนส่งลิงค์แบบสอบถามและการติดตามทวงถามทั้งทางอีเมล แอปพลิเคชันไลน์ และการโทรศัพท์ ทำให้ได้แบบสอบถามคืนมาครบจำนวน 372 ฉบับ และมีการรักษาข้อมูลที่เป็นความลับของกลุ่มตัวอย่างโดยการใส่รหัสที่เป็นตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนการระบุชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ อีเมลและไลน์ไอดี เก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ที่มีรหัสผ่าน และเก็บเป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องใช้รหัสผ่านในการเปิด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการสอบถามครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 372 คน เป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 186 คน (50%) เป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 197 คน (52.9%) เป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 175 คน (47.1%) โดยที่ครูบางคนเป็นผู้สอนมากกว่า 1 ระดับชั้น พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้ 1) ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/มีส่วนร่วมในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่นำเสนอแก่ผู้เรียน (97.1%) 2) ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ (94.1%) 3) ให้ผู้เรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/การสำรวจ/การทดลอง (91.2%) 4) ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย (85.3%) 5) ให้ผู้เรียนทำการสำรวจตามแผนที่วางไว้ (79.4%) 6) ให้ผู้เรียนออกแบบการทดลอง (63.6%) และ 7) ให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจ (52.9%)

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดลักษณะสำคัญของคำถาม สมมติฐาน การออกแบบการสำรวจและการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ครูวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า

1) ลักษณะของคำถามเป็นดังนี้ คำถามเชิงสาเหตุ (78.8%) คำถามที่นำไปสู่การทดลอง (60.6%) คำถามที่นำไปสู่การสำรวจ (45.5%) คำถามที่ระบุตัวแปรต้น (27.3%) และคำถามที่ระบุตัวแปรตาม (21.2%)

2) ลักษณะของสมมติฐานเป็นดังนี้ เป็นสมมติฐานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (65.5%) เป็นสมมติฐานที่ระบุตัวแปรต้น (48.3%) เป็นสมมติฐานที่ระบุตัวแปรตาม (37.9%) เป็นสมมติฐานที่มีเหตุผล (37.9%) และเป็นสมมติฐานทางเลือก (31.0%)

3) ลักษณะการออกแบบการสำรวจเป็นดังนี้ ระบุตารางบันทึกผล/แนวทางการบันทึกข้อมูลจากการสำรวจ (68.4%) ระบุขั้นตอนการสำรวจ (63.2%) ระบุวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะใช้ในการสำรวจ/เก็บข้อมูล (52.6%) ระบุระยะเวลาที่ทำการสำรวจ/เก็บข้อมูล (47.4%) ระบุแนวทางการสรุปผลการสำรวจ (47.4%) และระบุการทำซ้ำ (36.8%)

4) ลักษณะการออกแบบการทดลองเป็นดังนี้ ระบุขั้นตอนการทดลอง (80.0%) ระบุตารางบันทึกผล/แนวทางการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง (72.0%) ระบุวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง (68.0%) ระบุการแปรค่าตัวแปรต้น (68.0%) ระบุการวัด/สังเกตตัวแปรตาม (56.0%) ระบุการควบคุมตัวแปรควบคุม (56.0%) ระบุแนวทางการสรุปผลการทดลอง (44.0%) ระบุระยะเวลาที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล (40.0%) และระบุการทำซ้ำ (36.0%)

5) ลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้ บรรยายข้อมูล (68.8%) เปรียบเทียบข้อมูลของตน (65.6%) แปลความหมายข้อมูล (56.3%) สร้างข้อสรุปจากข้อมูล (50.0%) จัดกลุ่มข้อมูล (46.9%) อ้างอิงจากข้อมูล (28.1%) แยกแยะข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น (28.1%) ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (18.8%) จากข้อมูล ให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเพื่อการปรับปรุงการสำรวจ/การทดลอง (18.8%) และบอกแนวโน้มหรือผลกระทบสำหรับการสำรวจ/การทดลองครั้งต่อไป (3.1%)

เมื่อพิจารณาการมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม (69.7%) ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม (42.4%) ผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอนหรือสื่ออื่นๆ (36.4%) และผู้เรียนพิจารณาปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น (33.3%)

เมื่อพิจารณาการอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล พบว่า ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน (64.7%) ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูล/หลักฐาน (44.1%) ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูล/หลักฐาน (35.3%) และผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล (14.7%)

เมื่อพิจารณาการเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนได้รับการชี้แนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (64.7%) ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้ (41.2%) ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้ (38.2%) และผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด (2.9%)

เมื่อพิจารณาการสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน พบว่า ผู้เรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย (44.1%) ผู้เรียนได้รับแนวทางกว้างๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจนตรงประเด็น (44.1%) ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร (41.2%) และผู้เรียนได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร (23.5%)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=372)

ประเด็นคำถาม	จำนวน (ร้อยละ) ของครูวิทยาศาสตร์ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/มีส่วนร่วมในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่นำเสนอแก่ผู้เรียน โดยคำถามมีลักษณะดังนี้	361 (97.1%)
คำถามเชิงสาเหตุ	293 (78.8%)*
คำถามที่นำไปสู่การสำรวจ	169 (45.5%)*
คำถามที่นำไปสู่การทดลอง	225 (60.6%)*
คำถามที่ระบุตัวแปรต้น	102 (27.3%)*
คำถามที่ระบุตัวแปรตาม	79 (21.2%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย โดยสมมติฐานมีลักษณะดังนี้	317 (85.3%)
เป็นสมมติฐานที่ระบุตัวแปรต้น	180 (48.3%)*
เป็นสมมติฐานที่ระบุตัวแปรตาม	141 (37.9%)*
เป็นสมมติฐานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม	244 (65.5%)*
เป็นสมมติฐานที่มีเหตุผล	141 (37.9%)*
เป็นสมมติฐานทางเลือก	115 (31.0%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจ โดยการสำรวจมีลักษณะดังนี้	197 (52.9%)
ระบุขั้นตอนการสำรวจ	235 (63.2%)*

ประเด็นคำถาม	จำนวน (ร้อยละ) ของครูวิทยาศาสตร์ตอบ แบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ระบุระยะเวลาที่ทำการสำรวจ/เก็บข้อมูล	176 (47.4%)*
ระบุวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะใช้ในการสำรวจ/ เก็บข้อมูล	196 (52.6%)*
ระบุการทำซ้ำ	137 (36.8%)*
ระบุตารางบันทึกผล/แนวทางการ บันทึกข้อมูลจากการสำรวจ	254 (68.4%)*
ระบุแนวทางการสรุปผลการสำรวจ	176 (47.4%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนออกแบบการ ทดลอง โดยการทดลองมีลักษณะดังนี้	237 (63.6%)
ระบุการแปรค่าตัวแปรต้น	253 (68.0%)*
ระบุการวัด/สังเกตตัวแปรตาม	208 (56.0%)*
ระบุการควบคุมตัวแปรควบคุม	208 (56.0%)*
ระบุระยะเวลาที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	149 (40.0%)*
ระบุการทำซ้ำ	134 (36.0%)*
ระบุขั้นตอนการทดลอง	298 (80.0%)*
ระบุวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง	253 (68.0%)*
ระบุตารางบันทึกผล/แนวทางการบันทึกข้อมูล จากการทดลอง	268 (72.0%)*
ระบุแนวทางการสรุปผลการทดลอง	164 (44.0%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนทำการสำรวจ ตามแผนที่วางไว้	295 (79.4%)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนทำการทดลอง ตามแผนที่วางไว้	350 (94.1%)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนเก็บรวบรวม ข้อมูลจากการสำรวจ/การทดลอง ดังนี้	
เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการที่ต่างกัน	276 (74.2%)*
บันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่แตกต่าง กัน	192 (51.6%)*

ประเด็นคำถาม	จำนวน (ร้อยละ) ของครูวิทยาศาสตร์ตอบ แบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนทำการ วิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/การสำรวจ/การทดลอง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้	339 (91.2%)
บรรยายข้อมูล	256 (68.8%)*
แปลความหมายข้อมูล	209 (56.3%)*
เปรียบเทียบข้อมูลของตน	244 (65.6%)*
แยกแยะข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น	105 (28.1%)*
จัดกลุ่มข้อมูล	174 (46.9%)*
สร้างข้อสรุปจากข้อมูล	186 (50.0%)*
อ้างอิงจากข้อมูล	105 (28.1%)*
ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล	70 (18.8%)*
จากข้อมูล ให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเพื่อการ ปรับปรุงการสำรวจ/การทดลอง	70 (18.8%)*
บอกแนวโน้มหรือผลกระทบสำหรับการสำรวจ/ การทดลอง ครั้งต่อไป	12 (3.1%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน ประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดย	
ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม	259 (69.7%)*
ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จาก รายการคำถาม	158 (42.4%)*
ผู้เรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครู ถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น	124 (33.3%)*
ผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอน หรือสื่ออื่นๆ	135 (36.4%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล โดย	
ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจาก รวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	241 (64.7%)*
ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำ	164 (44.1%)*

ประเด็นคำถาม	จำนวน (ร้อยละ) ของครูวิทยาศาสตร์ตอบ แบบสอบถามเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
อธิบายจากข้อมูล/หลักฐาน	
ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อ สร้างคำอธิบายจากข้อมูล/หลักฐาน	131 (35.3%)*
ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล	55 (14.7%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนเชื่อมโยง คำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดย	
ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับ คำอธิบายที่สร้างไว้	153 (41.2%)*
ผู้เรียนได้รับการชี้แนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและ ขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	241 (64.7%)*
ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไป ได้	142 (38.2%)*
ผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด	11 (2.9%)*
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าให้ผู้เรียนสื่อสารและให้ เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน โดย	
ผู้เรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการ เพื่อสื่อสารคำอธิบาย	164 (44.1%)*
ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร	153 (41.2%)*
ผู้เรียนได้รับแนวทางกว้างๆ สำหรับการสื่อสารที่ ชัดเจนตรงประเด็น	164 (44.1%)*
ผู้เรียนได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการ สื่อสาร	87 (23.5%)*

* เลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

จากการสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนปฏิบัติในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนปฏิบัติทุกรายการอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.9 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการแปลความหมายเกี่ยวกับประเด็นที่ครูวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนปฏิบัติในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=372)

ข้อคำถาม	M	SD	แปลความหมาย
มีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์	4.1	0.8	มาก
พิจารณาข้อมูล/หลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม	3.9	0.6	มาก
อธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	4.0	0.8	มาก
เชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.9	0.8	มาก
สื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน	4.0	0.6	มาก
ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้เพื่ออธิบายความหมายของข้อมูลจากการสำรวจ/การทดลอง	3.9	0.8	มาก
สรุปผลโดยใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ/การทดลอง	3.8	0.6	มาก
อธิบายผลการสำรวจ/การทดลองหรือปรากฏการณ์ตามข้อสรุปที่ได้	4.0	0.7	มาก
ใช้กราฟหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายข้อมูล	3.7	0.8	มาก
แปลงข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและนำเสนอ	3.8	0.8	มาก
อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร	4.0	0.8	มาก
อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลผ่านกราฟหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	3.7	0.8	มาก
ประเมินคำตอบของเพื่อนเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้เรียนรู้	3.9	0.8	มาก
แยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงและข้อสรุปอ้างอิง	3.7	0.7	มาก
ถามคำถามเกี่ยวกับข้อความที่กำกวมของเพื่อน	3.8	0.8	มาก
ขอให้เพื่อนที่อธิบายไม่ชัดเจนอธิบายอีกครั้ง	3.8	0.8	มาก
อธิบายมุมมองของตนเองด้วยวิธีการต่างๆ เมื่อเพื่อนไม่เข้าใจประเด็นของตน	3.9	0.8	มาก
ค้นหาความแตกต่างและความเหมือนระหว่างความคิดเห็นที่แตกต่างผ่านการอภิปราย	3.9	0.7	มาก
ตรวจสอบความคิดที่ขัดแย้งกันเองตามคำแนะนำของเพื่อน	3.9	0.9	มาก
แก้ไขความคิดที่ผิดตามความเห็นที่ถูกต้องของเพื่อน	3.9	0.9	มาก
แบ่งปันความคิดเห็นกับเพื่อนผ่านการอภิปราย	4.1	0.8	มาก
เฉลี่ยรวม	3.9	0.8	มาก

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/มีส่วนร่วมในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่นำเสนอแก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ ให้ผู้เรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/การ

สำรวจ/การทดลอง ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย ให้ผู้เรียนทำการสำรวจตามแผนที่วางไว้ ให้ผู้เรียนออกแบบการทดลอง และให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจตามลำดับนั้น อาจเป็นเพราะหนังสือเรียนและแบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดแนวทางดังกล่าวข้างต้นไว้ให้ครูและผู้เรียนระดับหนึ่งแล้ว ซึ่งเมื่อพิจารณาในรายละเอียดลักษณะสำคัญของคำถาม สมมติฐาน การออกแบบการสำรวจและการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ครูวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าหลายลักษณะอยู่ในระดับที่น้อยกว่า 50% ซึ่งสมควรได้รับการพัฒนาต่อไป ได้แก่ คำถามที่นำไปสู่การสำรวจ คำถามที่ระบุตัวแปรต้น และคำถามที่ระบุตัวแปรตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษากับนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถกำหนดคำถามสำหรับความสัมพันธ์เชิงปริมาณของตัวแปรได้ (Arnold, Boone, Kremer, & Mayer, 2018) ซึ่งการกำหนดคำถามจะส่งผลไปยังสมมติฐาน โดยจากผลการวิจัยพบลักษณะของสมมติฐานที่อยู่ในระดับน้อยกว่า 50% สอดคล้องกับการกำหนดคำถาม ได้แก่ สมมติฐานที่ระบุตัวแปรต้น สมมติฐานที่ระบุตัวแปรตาม สมมติฐานที่มีเหตุผล และสมมติฐานทางเลือก สอดคล้องกับ Klahr, Fay and Dunbar (1993) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการทดลอง ซึ่งพบว่า นักเรียนมักจะล้มเหลวในการกำหนดสมมติฐานทางเลือก นักเรียนจดจ่ออยู่กับสมมติฐานหลัก ทำการทดลองในวงจำกัด ออกแบบการทดลองที่ยากต่อการตีความ และไม่สามารถตั้งสมมติฐานจากข้อมูลได้

ลักษณะการออกแบบการสำรวจและการทดลองที่อยู่ในระดับน้อยกว่า 50% ได้แก่ การระบุระยะเวลาที่ทำการสำรวจ/ทดลอง/เก็บข้อมูล ระบุแนวทางการสรุปผลการสำรวจ/ทดลอง และระบุการทำซ้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Duggan and Gott (2000) และ Lubben and Millar (1996) ที่พบว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของการวัดซ้ำ

ลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ในระดับน้อยกว่า 50% ได้แก่ การจัดกลุ่มข้อมูล การอ้างอิงจากข้อมูล การแยกแยะข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเพื่อการปรับปรุงการสำรวจ/การทดลอง และบอกแนวโน้มหรือผลกระทบสำหรับการสำรวจ/การทดลองครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ Klahr, Fay and Dunbar (1993) ที่พบว่า นักเรียนมีทักษะที่ไม่ดีเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล

นอกจากนี้ จากผลการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนปฏิบัติในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนปฏิบัติทุกรายการอยู่ในระดับมาก ครูยังสามารถส่งเสริมสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนให้อยู่ในระดับมากที่สุดได้อีก โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย การให้เวลาแก่ผู้เรียน รวมทั้งใช้การประเมินระหว่างเรียนเพื่อช่วยส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียน (Vogt & Schmiemann, 2020)

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำประเด็นที่ใช้ในการศึกษาการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ไปใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ครอบคลุมตัวบ่งชี้สมรรถนะย่อยและลักษณะสมรรถนะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ครูวิทยาศาสตร์ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยเฉพาะที่อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ การบอกแนวโน้มหรือผลกระทบสำหรับการสำรวจ/การทดลองครั้งต่อไป การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเพื่อการปรับปรุงการสำรวจ/การทดลองจากข้อมูล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามตัวบ่งชี้สมรรถนะย่อยและลักษณะสมรรถนะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามตัวบ่งชี้สมรรถนะย่อยและลักษณะสมรรถนะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H.L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397–419.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Arnold, J. C., Boone, W. J., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of competencies in scientific inquiry through the application of Rasch measurement techniques. *Education Science*, 8, 184; doi:10.3390/educsci8040184.
- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36, 2719–2749.
- Beaumont-Walters, Y., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19, 133–145.
- Chang, H-P., Chen, C-C., Guo, G-J., Cheng, Y-J., Lin, C-Y., & Jen, T-H. (2011). The development of a competence scale for learning science: Inquiry and communication. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1213–1233. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9256-x>
- DfES/QCA (Department for Education and Skills/Qualification and Curriculum Authority). (2004). *Science—The National Curriculum for England*; HMSO: London, UK.
- Duggan, S., & Gott, R. (2000). Intermediate General National Vocational Qualification (GNVQ) Science: A missed opportunity for a focus on procedural understanding? *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 201–214, DOI: 10.1080/713694978
- Germann, P.J., & Aram, R.J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 773–798.
- Klahr, D., Fay, A. L., & Dunbar, K. (1993). Heuristics for scientific experimentation: A developmental study. *Cognitive Psychology*, 25, 111–146.
- Kultusminister Konferenz (KMK). (2005). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz—Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*; Luchterhand: München, Germany.
- Lubben, F., & Millar, R. (1996). Children's ideas about the reliability of experimental data. *International Journal of Science Education*, 18(8), 955–968, DOI: 10.1080/0950069960180807
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States*. Available online: <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards> (accessed on 12 January).
- Nowak, K.H., Nehring, A., Tiemann, R., & zu Belzen, A.U. (2013). Assessing students' abilities in processes of scientific inquiry in biology using a paper-and-pencil test. *Journal of Biological Education*, 47, 182–188.

- NRC/National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC, USA.
- NRC/National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC, USA.
- Schwartz, R., Lederman, N., & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88, 610–645.
- Temiz, B.K., Tasar, M.F., & Tan, M. (2006). Development and validation of a multiple format test of science process skills. *International Education Journal*, 7, 1007–1027.
- Vogt, F., & Schmiemann, P. (2020). Assessing biology pre-service teachers' professional vision of teaching scientific inquiry. *Education Science*, 10(11), 332.
<https://doi.org/10.3390/educsci10110332>
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. 3rd ed. New York: Harper and Row Publication.

