

การจัดการเรียนรูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะเฉพาะกลุ่มสาระ
การเรียนรูวิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลาง
 การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2565

**Managing Science Learning to Promote Specific Scientific and Naturalistic
 Competencies according to the draft of the 2022 Core Curriculum
 for Basic Education Framework**

จิรันตร์ นันตะเสน | Jirun Nuntasane

โรงเรียนหนองอาร์พิกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษเขต 3

Nongareepittaya School Sisaket Primary Educational Service Area Office 3

Corresponding author Email: jiruniswork@gmail.com

(Received: 9 July 2022, Revised: 10 October 2022, Accepted: 21 October 2022)

บทคัดย่อ

การเรียนรูวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้บรรลุเป้าหมายข้างต้นเท่าที่ควร คือไม่ได้เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่จำเป็น การจัดการเรียนรูวิทยาศาสตร์จึงต้องได้รับการปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรูวิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติเป็นสาระที่มีการปรับปรุงใหม่ตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2565 ที่กำลังจะประกาศใช้ในโรงเรียนนาร่องในจังหวัดนาร่องนวัตกรรมทางการศึกษา 8 จังหวัด ตามพระราชบัญญัติพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา พ.ศ. 2562 เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2562 ภายในปีการศึกษา 2565 โดยได้มีการปรับปรุงให้มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะ (Inquiry) และพัฒนาคนไทยให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยกำหนดสมรรถนะเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรูวิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติ 6 สมรรถนะเพื่อเป็นบันไดสำคัญสำหรับการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียน 6 ประการตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2565 ซึ่งในบทความนี้ ผู้เขียนมุ่งนำเสนอการจัดการเรียนรูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะเฉพาะของกลุ่มสาระการเรียนรูวิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติ และยกตัวอย่างการจัดการกระบวนการเรียนรูวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ: การสอนวิทยาศาสตร์, วิชาวิทยาศาสตร์, ธรรมชาติของวิชา, การรู้วิทยาศาสตร์, การสืบเสาะ

ABSTRACT

Learning in the sciences does not appear to be as good as it should be these days. It does not help learners achieve competencies. As a result, scientific learning must evolve to improve. Science materials and natural systems based on the (draft) Basic Education Core Curriculum Framework 2022 have been improved and declare for use in pilot schools in eight Thai provinces beginning in the fall semester of 2022. It was

improved the learning process to boost learners' curiosity and scientific literacy by determining six unique specific competencies. According to the (draft) Basic Education Framework 2022, science materials and natural systems play a critical role in developing the six core competencies of learners. The author presented learning processes and gave examples of science learning management that were in line with the nature of science subjects by managing successive learning in conjunction with scientific writing heuristics that encouraged learners to achieve specific competencies in science courses.

Keywords: Science learning, sciences, science nature, scientific literacy, Inquiry

บทนำ

ช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมานับตั้งแต่โลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นช่วงเวลาแห่งการเปลี่ยนแปลงและผันแปรอย่างรวดเร็วของโลก (ธานินทร์ เอื้ออิทธิ, 2560) เมื่อเข้าสู่ยุคปัจจุบัน เริ่มมีคำถามกับคุณภาพของผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะเรื่องเป้าหมายคุณภาพของผู้เรียนว่าปลายทางสุดท้ายของการจัดการศึกษาเราต้องการให้ผู้เรียนเป็นอย่างไร จึงนำไปสู่คำตอบที่ว่าเราคงไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนต้องรู้มาก เนื้อหาสามารถเข้าถึงได้ง่ายและก็เปลี่ยนแปลงเร็ว เราคงต้องการผู้เรียนที่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ ทำมูลค่าเพิ่มให้แก่ชีวิตของตนเอง และเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมได้ จึงนำไปสู่ความสนใจเรื่องสมรรถนะที่เป็น “ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ตนมีในการทำงานหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จในระดับใดระดับหนึ่ง สมรรถนะแสดงออกทางพฤติกรรมการปฏิบัติที่สามารถวัดและประเมินผลได้สมรรถนะจึงเป็นผลรวมของความรู้ ทักษะ เจตคติ คุณลักษณะ และความสามารถอื่น ๆ ที่ช่วยให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลประสบความสำเร็จในการทำงาน” (คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2562) การนำสมรรถนะมาเป็นเป้าหมายในการจัดการศึกษา จึงนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ ซึ่งทั่วโลกให้ความสนใจและมีแนวโน้มปรับหลักสูตรที่ให้ความสำคัญกับสมรรถนะหลักของผู้เรียนมากขึ้น (เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ, 2562) เนื่องจากสมรรถนะเป็นคุณสมบัติที่ช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จ ในการทำงาน สมรรถนะจึงเป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษาและการเรียนรู้ ดังนั้น ระบบการศึกษา ในปัจจุบันจึงควรช่วยกันพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะสำคัญที่จะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้บรรลุเป้าหมายข้างต้นเท่าที่ควร คือไม่ได้เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่จำเป็น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องได้รับการปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานักเรียน ในระบบการศึกษาของไทยให้ตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาประเทศต่อไป โดย ด้านการเรียนการสอน ควรเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์

และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) จึงนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีความทันสมัย และมีคุณภาพมาตรฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและแผนแม่บทของประเทศ รวมถึงนโยบายของประเทศ โดยมีเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างเป็นองค์รวม ซึ่งทิศทางการพัฒนาหลักสูตรจะเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะที่จะนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะ (อำนาจ วิทยานูวัต, 2562) ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อรองรับกับหลักสูตรที่มีความเปลี่ยนแปลงไป เป็นการเน้นการกระทำ การปฏิบัติของผู้เรียน ให้มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ จากการมีส่วนร่วมในกระบวนการคิด การปฏิบัติ การนำความรู้ไปใช้ การถอดบทเรียน การสะท้อนความคิด รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ การทำงานและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2563) และมุ่งเน้นที่กระบวนการที่จะทำให้เกิดสมรรถนะของผู้เรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติเป็นสาระที่มีการปรับปรุงใหม่ตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2565 ที่กำลังจะประกาศใช้ในโรงเรียนนาร่องในจังหวัดนาร่องนวัตกรรมทางการศึกษา 8 จังหวัด ตามพระราชบัญญัติพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา พ.ศ. 2562 เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2562 (พิทักษ์ โสตถยาคม และ เก ประเสริฐสังข์, 2562) ภายในปีการศึกษา 2565 จากเดิมคือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการปรับปรุงเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติ มีการจัดการเรียนการสอนให้มีลักษณะเน้นการสืบเสาะ (inquiry) เพื่อเข้าใจระบบธรรมชาติ การจัดประสบการณ์เรียนรู้ ยังต้องเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัวที่สนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ได้สืบเสาะค้นหาคำตอบเพื่อเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติผ่านการสังเกต การทดลองร่วมกับการวิเคราะห์แบบจำลองหรือข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงได้แก้ปัญหาที่สนใจ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่าย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) ซึ่งจำเป็นต้องการสร้างคนไทยให้เป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 ตอบสนองนโยบายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579 และมาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ.2561 ให้คนไทยเป็นผู้เรียนรู้ เป็นผู้สร้างนวัตกรรม และพัฒนาให้คนไทยเป็นผู้มีกรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) คือ ให้เป็นผู้ที่สามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) โดยหลักสูตรดังกล่าว ได้มีการปรับให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียนตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2565 (แจบไซสง, 2565) อันเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถที่จำเป็นของผู้เรียนต่อการใช้ชีวิตในปัจจุบันและอนาคต (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563) และกำหนดเป็นสมรรถนะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 6 สมรรถนะ ได้แก่ (1) อธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบาย สาเหตุ และกระบวนการของปรากฏการณ์ ยอมรับและเชื่อถือคำอธิบาย เชื่อมโยงสาเหตุและผลของปรากฏการณ์ และคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล (2) ประเมินและออกแบบการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนสังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และทดสอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ประเมินวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และออกแบบการทดลอง (3) ตีความหมายข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้จัดการข้อมูลที่รวบรวมได้ในรูปแบบที่เหมาะสม แปลความหมายข้อมูลให้เป็นสื่อรูปแบบต่าง ๆ และลงข้อสรุปโดยอาศัยหลักฐานที่ได้มาจากการสืบเสาะ (4) แก้ปัญหา สร้างนวัตกรรม และการอยู่ร่วมกัน ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการปฏิบัติ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (5) ใช้และเข้าใจภาษาเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนฟังเข้าใจ โดยใช้ทั้งภาษาพูดและเขียนในการสื่อสาร การแก้ปัญหาทำความเข้าใจ จับประเด็นสำคัญ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ (6) ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหา สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูล สื่อสารบนอินเทอร์เน็ต และใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม รู้เท่าทันและปลอดภัย

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และระบบธรรมชาติ ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดมากกว่าการใช้ความจำ โดยไม่เน้นการสอนและการเรียนแบบท่องจำ และไม่เน้นการสอบ เพื่อให้ได้คะแนนสูง ๆ ครูผู้สอนควรเลิกการบรรยายเป็นสำคัญ แต่ควรให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ภัสราภรณ์ สหะกิจ, 2564) ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียน ครู และ ผู้อื่น ผ่านการลงมือปฏิบัติ ที่เกิดจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดขั้นสูง และนำกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียน เผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สืบหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุป ด้วยตนเอง (Suchman, 1962) สมรรถนะทุกด้านสามารถพัฒนาผู้เรียนได้หลายลักษณะ ทั้งพัฒนาผ่านกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือกิจกรรมที่เป็นกิจวัตรในโรงเรียน กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ผ่าน

เนื้อหาสาระต่าง ๆ ในทุกกลุ่มสาระ ในการออกแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนอาจจะผสมและบูรณาการหลาย ๆ สมรรถนะทั้งที่เป็นสมรรถนะเฉพาะในสมรรถนะหลักนั้น หรือสมรรถนะเฉพาะในสมรรถนะหลักอื่น ๆ ได้ ข้ามกลุ่มหรือผ่านกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะเฉพาะในวิชานั้น ๆ ก็จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะหลักด้วยเช่นกัน

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะนั้นสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมโดยการสอดแทรกสมรรถนะที่ครูเห็นว่าสอดคล้องกับบทเรียนนั้น ๆ เข้าไปแล้วคิดกิจกรรมเสริมเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะ การต่อยอด พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม และภาระงานของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความรู้ ทักษะ และเจตคติแล้วประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดสมรรถนะ รวมไปถึงการใช้รูปแบบการเรียนรู้ต่าง ๆ มาวิเคราะห์เชื่อมโยงกับสมรรถนะที่สอดคล้องกัน และเพิ่มเติมกิจกรรมที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะนั้นให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

ในบทความนี้ผู้เขียนจะกล่าวถึงตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดสมรรถนะเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2565 ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดสมรรถนะหลักอันเป็นเป้าหมายของหลักสูตรต่อไปได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการเรียนการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มี 5 และเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเน้นที่การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Nuntasane, Tawnonngiew, & Nuangchalem, 2020) เป็นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนและหักล้างข้อสรุปใด ๆ ตามลำดับ (ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธิกุล, ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2556) โดยในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นี้มีองค์ประกอบที่จำเป็น 3 ประการ ได้แก่ ข้อสรุป (Claim) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ หลักฐาน (Evidence) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์หยิบยกขึ้นมาเพื่อสนับสนุนข้อสรุป และ 3. คำชี้แจง (Justification) คือการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประจักษ์พยาน ที่สามารถสนับสนุนหรือหักล้างข้อสรุป นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้

เดิมที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลเชิงประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือแย้งจากเดิม นอกจากนี้การส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ยังอาจจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (จิโรจน์ ลีวงศ์สภาพร, 2552)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

ตาราง 1 แสดงขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

ช่วง	ขั้นตอน	ขั้นตอนย่อย / กิจกรรม
ก่อนการทดลอง	ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ	- นำเข้าสู่บทเรียนจากการอธิบาย ชักถาม เล่าเรื่อง เชื่อมโยงความรู้เดิม กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม
	ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา	เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ 1. กำหนดปัญหา/คำถาม - กำหนดปัญหาหรือคำตอบ เน้นที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง 2. การทดสอบ - วางแผนการทดลอง และทำการทดสอบตามที่วางแผนไว้ ผ่านการอภิปรายก่อนการทดลอง
ระหว่างการทดลอง		3. สังเกต - สังเกตการทำการทดลองตามที ออกแบบไว้
หลังการทดลอง	ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	4. ข้อสรุป - ลงข้อสรุปจากผลการทดลองที่เกิดขึ้น 5. ประจักษ์พยาน - อ้างอิงประจักษ์พยานจากผลการทดลองที่เกิดขึ้นเพื่อสนับสนุนหรือหักล้างข้อสรุป
	ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้	เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม มี 2 ขั้นตอนย่อย 6. การอ่าน - เปรียบเทียบผลการทดลองและข้อสรุปของตนเองกับเพื่อน ๆ ในห้องและกับตำราเอกสารอื่น

ช่วง	ขั้นตอน	ขั้นตอนย่อย / กิจกรรม
		7. การสะท้อนผล – หลังจากเปรียบเทียบข้อสรุปกับผู้อื่นและกับตำราจากแหล่งอื่น ๆ แล้ว พิจารณาว่า แนวคิดของตนเองเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร
	ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล	เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด โดยการสรุปผลการทดลอง 8. การเขียน - เขียนสรุปผลการทดลอง แสดงแนวคิดหลักบนพื้นฐานของการทดลองและประจักษ์พยานที่มีอยู่โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อตอบคำถามหรือประเด็นที่ตั้งไว้ในตอนแรก

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับสมรรถนะเฉพาะตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2565 ดังจะเห็นได้จาก มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ สังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ทดสอบปรากฏการณ์ตามที่ตนเองสนใจ และยังได้ประเมินวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดลองของตนเองผ่านกระบวนการอภิปรายก่อนการทดลองในขั้นการทดสอบ สนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปและอ้างอิงจากประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายสาเหตุและกระบวนการของปรากฏการณ์ที่นักเรียนสนใจได้ นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนยอมรับและเชื่อถือคำอธิบายที่มีข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือเพียงพอ จากการเปรียบเทียบข้อสรุปของตนเองกับผู้อื่น ตำรา หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ และสะท้อนความคิดและความเข้าใจของตนเอง ซึ่งผู้สอนจะสามารถประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจน

ความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะเฉพาะกับขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์เป็นดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงความสอดคล้องของสมรรถนะเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และระบบ
 ธรรมชาติกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิง
 วิทยาศาสตร์

สมรรถนะเฉพาะ (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565)	ขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิง วิทยาศาสตร์ (Nuntasane et al., 2020)
<p>สมรรถนะเฉพาะด้านที่ 2 การประเมินและ ออกแบบการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>2.1 สังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และทดสอบ สมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์</p> <p>2.2 ประเมินและเลือกวิธีการเก็บรวบรวมหลักฐาน โดยการสังเกตหรือการทดลอง และออกแบบการ บันทึกข้อมูลเพื่อตอบคำถามหรือสมมติฐานเกี่ยวกับ ความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของข้อมูล และหลักฐาน และลงข้อสรุป</p> <p>2.3 ใส่ใจ พยายาม กระตือรือร้นในการสืบเสาะเพื่อ เก็บรวบรวมหลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์</p>	<p>1. การกำหนดปัญหา/คำถาม ผู้เรียนในชั้นเรียนมี การอภิปราย เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหา ร่วมกัน ก่อนลงมือทำการทดลอง</p> <p>2. การทดสอบ ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง และตารางบันทึกผลการทดลอง</p> <p>3. การสังเกต ครูให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการ เก็บรวบรวมข้อมูล</p>
<p>สมรรถนะเฉพาะด้านที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์</p> <p>1.1 สร้างคำอธิบายสาเหตุและกระบวนการของ ปรากฏการณ์ โดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่รวบรวมได้ จากการสังเกตหรือทดลอง</p> <p>1.2 ยอมรับและเชื่อถือคำอธิบายที่มีข้อมูลและ หลักฐานที่น่าเชื่อถือเพียงพอ</p> <p>1.3 เชื่อมโยงสาเหตุและผลของปรากฏการณ์กับการ ดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม คาดการณ์ ปรากฏการณ์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยความรู้เชิง วิทยาศาสตร์และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการ ทดลอง</p>	<p>4. ข้อสรุป ผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูล ร่วมกับเพื่อนๆ ก่อนสรุปเพื่อตอบคำถามที่กำหนด ไว้ พร้อมระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง</p> <p>5. ประจักษ์พยาน เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยาน ที่ได้จากการทดลอง เพื่อสนับสนุนข้อสรุป</p> <p>6. การอ่าน ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความเข้าใจของ ตนเองโดยเปรียบเทียบข้อมูลกับเพื่อนร่วมห้อง หรือ ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิง ภายนอก แล้วนำมาอธิบายเชื่อมโยงกับผลการ ทดลองที่เกิดขึ้น</p> <p>7. การสะท้อนความคิด แนวคิดของผู้เรียน เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไรหลังจาก อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก</p> <p>8. การเขียน ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดง แนวคิดของตน บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการ</p>

สมรรถนะเฉพาะ (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565)	ขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิง วิทยาศาสตร์ (Nuntasane et al., 2020)
	ทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปที่มีอยู่กับเนื้อหาที่เรียน

ผู้สอนสามารถนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ ดังนี้

ก่อนการทดลอง

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย จากการอภิปราย ชักถาม เรื่องเล่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เช่น ข่าว ประวัติความเป็นมาของบุคคลหรือสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา โดยครูจะถามคำถามและให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ

การกำหนดปัญหา/คำถาม	
1.1. นักเรียนต้องการรู้อะไร - เกิดขึ้นได้อย่างไร - อธิบายอย่างไร - วัตถุประสงค์ของขั้นตอนอย่างไร	1.2. ผู้เรียนมีความเข้าใจเริ่มต้นในสิ่งที่ต้องการ เรียนรู้อย่างไร ได้ศึกษาจากสื่อใดบ้าง ผล = 20%

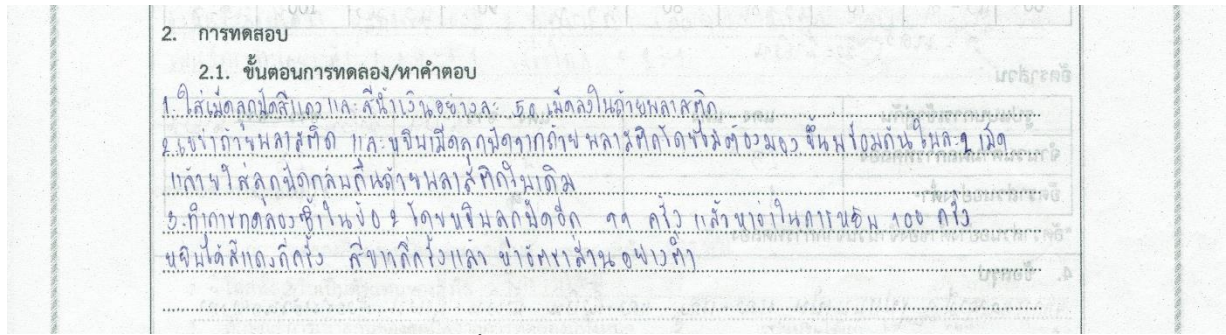
รูปที่ 1 แสดงการตั้งคำถามที่นักเรียนต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 อภิปรายก่อนการทดลองโดยครูไม่จำเป็นต้องบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้นักเรียน ผู้เรียนในชั้นเรียนมีการอภิปราย เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน ก่อนลงมือทำการทดลอง

2.2 การกำหนดปัญหา/คำถาม เน้นคำถามที่สามารถหาได้จากการทดลอง

2.3 การทดสอบ ให้ผู้ทดลองแต่ละกลุ่มวางแผน และออกแบบการทดลอง

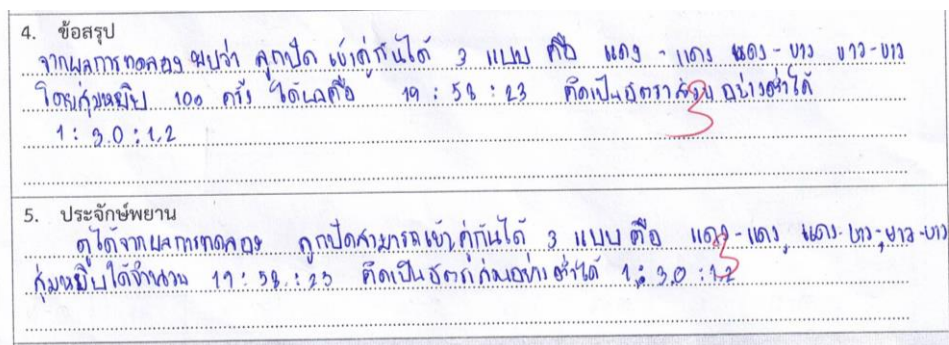


รูปที่ 2 แสดงการกำหนดขั้นตอนการทดลอง / หาคำตอบของนักเรียน

ระหว่างการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ อภิปรายสรุปผล และนำเสนอผล โดยให้นักเรียนนำผลการทดลองมาพิจารณาแล้วอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม หรืออภิปรายกันทั้งห้อง มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน คือ

3.1 ข้อสรุปและประจักษ์พยาน ในการสรุปเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ โดยใช้ประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง เพื่อสนับสนุนข้อสรุป



รูปที่ 3 แสดงข้อสรุปและประจักษ์พยานจากการทดลองของนักเรียน

ครั้งที่	ผล	ครั้งที่	ผล	ครั้งที่	ผล	ครั้งที่	ผล	ครั้งที่	ผล
51	๑ - ๕๖	61	๑ - ๕๖	71	๕๖ - ๑	81	๕๖ - ๕๖	91	๑ - ๕๖
52	๕๖ - ๕๖	62	๑ - ๕๖	72	๕๖ - ๕๖	82	๕๖ - ๕๖	92	๑ - ๑
53	๑ - ๕๖	63	๑ - ๕๖	73	๕๖ - ๑	83	๑ - ๑	93	๕๖ - ๕๖
54	๑ - ๕๖	64	๑ - ๑	74	๑ - ๑	84	๑ - ๑	94	๑ - ๑
55	๕๖ - ๕๖	65	๑ - ๕๖	75	๕๖ - ๑	85	๑ - ๕๖	95	๑ - ๕๖
56	๑ - ๑	66	๕๖ - ๕๖	76	๕๖ - ๑	86	๑ - ๕๖	96	๑ - ๕๖
57	๑ - ๕๖	67	๕๖ - ๑	77	๕๖ - ๑	87	๕๖ - ๕๖	97	๑ - ๕๖
58	๑ - ๕๖	68	๕๖ - ๑	78	๑ - ๑	88	๑ - ๑	98	๑ - ๕๖
59	๕๖ - ๕๖	69	๑ - ๑	79	๑ - ๑	89	๑ - ๕๖	99	๑ - ๑
60	๑ - ๕๖	70	๕๖ - ๕๖	80	๑ - ๕๖	90	๑ - ๕๖	100	๑ - ๕๖

อัตราส่วน

รูปแบบการเข้าคู่กัน	แดง - แดง	แดง - ขาว	ขาว - ขาว
จำนวนตามผลการทดลอง	25	54	21
อัตราส่วนอย่างต่ำ	1 : 2	2 : 5	1 : 0

*อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนจากการทดลอง

รูปที่ 4 แสดงประจักษ์พยานของนักเรียน ซึ่งได้จากการบันทึกผลการทดลอง

6. การอ่าน	
6.1. แนวคิดของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ในกลุ่มอื่นหลังจากอภิปราย และ.....	6.2. แนวคิดของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล อ้างอิงจากแหล่งที่มาภายนอก (ระบุแหล่งที่มา ผู้แต่ง หัวข้อ และความรู้ที่ได้รับ)

รูปที่ 5 แสดงการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองระหว่างเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ กับจากตำราเรียน

3.2 การอ่าน สำรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยเทียบกับกลุ่มอื่นและแหล่งข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ
หลังการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม นำ
ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขึ้น ผ่านการสะท้อนความคิด
(Reflection) พิจารณาว่าแนวคิดของตนเองเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง
และหลังจากได้ข้อมูลจากการทดลองแล้ว

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง
และมากน้อยเพียงใดโดย การเขียน (Writing) ผู้เรียนจะได้เขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวคิดหลักบน
พื้นฐานของการทดลองและประจักษ์พยานที่มีอยู่โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อตอบคำถามหรือประเด็น
ที่ตั้งไว้ในตอนแรก โดยใช้รูปแบบการเขียนสรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า.....(ขั้นตอนการทดลอง).....(ข้อสรุป).....

โดยสังเกตได้จาก.....(ประจักษ์พยาน).....

ดังนั้นจึงทำให้สรุปได้ว่า.....(ข้อสรุปพร้อมอธิบายเพิ่มเติมจากการอ่าน).....

รูปที่ 6 แสดงรูปแบบของการเขียนสรุปผลการทดลอง

7. การสะท้อนความคิด
7.1. แนวคิดของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ พร้อมระบุเหตุผล
8. การเขียน
8.1. สรุปผลการทดลอง

รูปที่ 7 แสดงการสะท้อนความคิด เปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และการเขียนสรุปผลการเรียนรู้

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่ง ที่เหมาะแก่การนำมาใช้พัฒนาสมรรถนะเฉพาะของผู้เรียน เหมาะกับการใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นปฏิบัติการทดลอง ดังนั้น ควรพยายามจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งให้เป็นรูปแบบปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้การใช้เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์มีความชัดเจนมากขึ้น จากตัวอย่างกิจกรรม เรื่อง โอกาสการเข้าคู่กันของยีน แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบร่วมกับเทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ ประกอบด้วย การลงมือปฏิบัติการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มีความสอดคล้องกับสมรรถนะเฉพาะวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิด มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประเด็นที่นักเรียนสนใจ ตั้งแต่การตั้งคำถามที่นักเรียนสนใจจากการนำเข้าสู่บทเรียนของผู้สอน ออกแบบการบันทึกข้อมูลเพื่อตอบคำถามหรือสมมติฐานเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของข้อมูลและหลักฐาน และสามารถลงข้อสรุปผ่านการอ้างอิงประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง ให้มีความน่าเชื่อถือ และได้สร้างคำอธิบายสาเหตุและกระบวนการของการทดลอง ในขั้นการเขียน สรุปผลการทดลองที่เป็นหัวใจหลักสำคัญของการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่รวบรวมได้จากการสังเกตหรือทดลอง นอกจากนี้ ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้รับการฝึกให้ยอมรับและเชื่อถือคำอธิบายที่มีข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือเพียงพอ จากการสะท้อนความคิดหลังจากที่นักเรียนได้เปรียบเทียบข้อสรุปจากความรู้เดิมของตนเอง กับผู้อื่น และอ่านข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ตำรา หรือเอกสารต่าง ๆ เพื่อสรุปและเชื่อมโยงสาเหตุและผลของปรากฏการณ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระดับที่สูงขึ้นไป และสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ เช่น ความเข้าใจในความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ในการอธิบายว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เกิดจากการยีนที่แตกต่างกันและมีโอกาสการเข้าคู่กันของยีนที่เป็นไปโดยสุ่ม เหมือนกิจกรรมที่นักเรียนได้ทดลองหยิบลูกปัดแต่ละสีขึ้นมา ทำให้มีลักษณะที่แสดงออกมาแตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ผ่านการตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ การใช้ภาษาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมในการแสดงความคิดเห็น อธิบาย ลงข้อสรุป การอ่าน และทำความเข้าใจข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบต่าง ๆ การรู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากตนเอง การเชื่อมั่นในความคิดเห็นที่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ สนุกกับการแก้ปัญหา การทำงานอย่างมุ่งมั่น ไม่ย่อท้อ เป็นสมาชิกของทีมที่เคารพกฎ กติกา เคารพในความแตกต่างหลากหลายของสมาชิกในทีม เพื่อทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะอันเป็นเป้าหมายของหลักสูตรได้

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. (2562). *คู่มือการนำกรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น (ป.1 - ป.3) ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน* (1st ed., Vol. 1). นนทบุรี: กลุ่มมาตรฐานการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. (2563). *รายงานเฉพาะเรื่อง 12 หลักสูตรและการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ*. กรุงเทพฯ ฯ.
- จรรยาธิ์ แจบไธสง. (6 October 2565). (จิรันตร์ นันทะเสน, ผู้สัมภาษณ์)
- เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ. (2562). พัฒนาการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน : จากอดีตสู่ยุคเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency-Based Curriculum). *วารสารการศึกษาไทย*, 151(16), 23–29. Retrieved from www.onec.go.th
- เตชทัต เรืองธรรม. (2559). SWH การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์. *รอบรู้วิทย*, 203(45), 7–13.
- ธานินทร์ เอื้ออภิธร. (2560, December 21). *มนุษย์จะสร้างทักษะ-การเรียนรู้ใหม่ เพื่อรับมือ 'ความเปลี่ยนแปลง' ในอนาคตอย่างไร?* Retrieved 06/27/2022 from <https://thestandard.co/learning-for-change/>
- พิทักษ์ ไสตถยาคม และ เก ประเสริฐสังข์. (2562, July 18). 6 นาที รู้จัก พื้นที่นวัตกรรมการศึกษา. *สำนักบริหารพื้นที่นวัตกรรม*. Available at: <https://www.edusandbox.com/video-educationalinnovation/>
- ภัสราภรณ์ สหะกิจ. (2564). ทรรศนะเกี่ยวกับทิศทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฐานสมรรถนะของประเทศไทย. *วารสารชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพครู*, 1(2), 112–137.
- ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกุล, ชาตรี ฝายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 2(34), 269–282.
- วิโรจน์ ลี้วงศ์สถาพร. (2552). การอธิบายทางวิทยาศาสตร์. *รอบรู้วิทยาศาสตร์*, 37(159), 68–69.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์* (1st ed., Vol. 1). กรุงเทพฯ ฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). Retrieved from <http://www.ipst.ac.th>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *(ร่าง) กรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ...* (Vol. 1). กรุงเทพฯ ฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน* (1st ed., Vol. 1). นนทบุรี: บริษัท เซ็นจูรี่ จำกัด.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *การกำหนดสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับประถมศึกษาตอนต้น (ป.1-3)*. กรุงเทพฯ ฯ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2563). *สมรรถนะหลัก 5 ประการ* (1st ed.). กรุงเทพฯ ฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- อำนาจ วิชยานุวัติ. (2562, November 25). *หลักสูตรพื้นฐานใหม่ลดเนื้อหา เน้นปฏิบัติค้นหาตัวเอง. เดลินิวส์*. Retrieved 10/06/2022 from <https://d.dailynews.co.th/education/743311/>
- Nuntasane, J., Tawnonngiew, B., & Nuangchalerm, P. (2020). Developing Scientific Writing of Lower Secondary Students through Inquiry and Science Writing Heuristic Learning. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA Jirun, et Al*, 6(2), 180–193. <https://doi.org/10.30870/jppi.v6i2.6429>
- Suchman, J. R. (1962, June). THE ELEMENTARY SCHOOL TRAINING PROGRAM IN SCIENTIFIC INQUIRY. Urbana: University of Illinois.