

## การส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน

สาวิตรี ใจแจ้ง<sup>1</sup> และจินตนา ศิริธัญญารัตน์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

<sup>2</sup>สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

jaisawittree@gmail.com

### บทคัดย่อ

สมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมที่อยู่รอบตัว ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) นำเสนอบริบท 2) ตั้งคำถามหรือวิเคราะห์ปัญหา 3) ค้นคว้าและปฏิบัติ และ 4) สะท้อน

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน, สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

## The promoting competency in interpreting data and evidence scientifically with context-based learning

Sawittree Jaijaeng<sup>1</sup>, Chintana Sirithanyarat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Demonstration School of Nakhon Pathom Rajabhat University

<sup>2</sup>Curriculum and Instruction Master of Education Nakhon Pathom Rajabhat University

jaisawittree@gmail.com

### Abstract

The competency in interpreting data and evidence scientifically is a necessary competency for learners. Learners can learn to solve problems more than doing paper exams in the classroom, also solve real-life problems by context-based learning which is a form of the teaching model for supporting the learner competencies. This is a learning management within the social and cultural environment, learner daily experiences, or the science knowledge applying which is the basis of learners development in scientific knowledge and understanding. There are 4 steps of teaching and learning management which consist of 1) Introduction to the context 2) Question and Analysis problem 3) Research and practice 4) Reflect.

**Keywords:** Context base learning , Interpreting data and evidence scientifically

### 1. บทนำ

สมรรถนะที่เรียกว่า literacy ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ใช้คำว่า “ความฉลาดรู้” เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564: 4) เพื่อสอดคล้องกับเป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561- 2580 โดยมุ่งเน้นผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้และมีใจใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ การปรับเปลี่ยนระบบการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ในระดับชั้นอย่างเป็นระบบให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนได้ (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2561: 35) ดังนั้นในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่ต้องนำไปใช้หากผู้เรียนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะดังกล่าวจะช่วยกำกับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีดัชนีสำคัญที่บ่งชี้คุณภาพในระดับนานาชาติ คือ โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Program For International Student Assessment) ที่ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and development; OECD) ที่เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (explain phenomena scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (evaluate and design scientific enquiry)

และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (interpret data and evidence scientifically) (Chadwick, 2016: 2) การส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หนึ่งในการประเมินความฉลาดรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูล สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 2) ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจและมีทักษะในการเก็บรวบรวมข้อมูล แปลความหมายของข้อมูลเป็นอย่างดีรู้จักการแยกแยะข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งข้อโต้แย้งที่มีหลักฐานน่าเชื่อถือเชิงวิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งที่ไม่น่าเชื่อถือ (Jeong, Songer and Lee, 2007: 80) จากรายงานผลการประเมิน PISA รายงานการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มสมาชิก OECD ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐาน โดยคะแนนเฉลี่ยของ OECD ในปี ค.ศ. 2012, ค.ศ.2015 และ ค.ศ. 2018 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 501, 493 และ 489 คะแนนตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2012, ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2018 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 444, 421 และ 426 คะแนนตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564: 182) จากข้อมูลผลการประเมิน PISA ในปี ค.ศ.2012 – 2018 แสดงให้เห็นค่าคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับพื้นฐาน จึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมให้ครูได้หาวิธีการสอนหรือแนวการสอนใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลดียิ่งขึ้น โดย Tekkaya (2002: 25) ได้เสนอองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือในการดำเนินชีวิตของคนเรา ต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริง จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนกับชีวิตประจำวัน และเรียนรู้ด้วยความสนใจ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน (context based learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ผู้เรียนได้ใช้การเรียนรู้ไปอธิบายหรือวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทอื่น ๆ ทำให้เกิดการถ่ายโอนความรู้ไปยังสถานการณ์จริงอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (ทศตริณ เครือทอง, 2553: 56) ซึ่งสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้เรื่องราวในสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว หรือเป็นการนำหลักวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

จากข้อมูลที่น่าเสนอมาข้างต้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในการรับมือกับการปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงในการดำเนินชีวิตที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันในบริบทต่าง ซึ่งในตอนท้ายของบทความผู้เขียนได้นำเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้สอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน

## 2. สมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ในโปรแกรมประเมินของ PISA มีสมรรถนะที่ใช้ในการประเมิน 3 สมรรถนะ โดยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์นี้เป็นสมรรถนะด้านหนึ่งในการประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ความเป็นมาของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับการประเมินของ PISA นี้เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 และดำเนินการต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยในปี พ.ศ.2549 มีชื่อว่าสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ต่อมาในปี พ.ศ.2558 องค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจซึ่งทำการประเมินผลนักเรียนนานาชาติได้เปลี่ยนชื่อเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้

ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และสื่อสารซึ่งต้องใช้ข้อมูลความรู้ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551: 20)

## 2.2 ความหมายของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่สามารถวัดหรือสังเกตได้จากพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกมาให้เห็นและส่งผลทำให้บุคคลนั้น ๆ สามารถปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ในปี พ.ศ. 2558 องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ได้ให้คำนิยามความหมายของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับใช้ในการประเมินผลการเรียนนานาชาติ PISA หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการประเมินข้อมูล คำนวณอ้างอิงโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูล สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 2)

จากการศึกษาความหมายของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ซึ่งสำคัญเป็นอย่างมากในโลกปัจจุบันที่มีข่าวสารทั้งข่าวจริงและข่าวเท็จปะปนกันเป็นการส่งเสริมผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ ประเมินข้อมูล รู้จักแยกแยะข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมโดยมีหลักฐานหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เข้ามารองรับ

## 2.3 ตัวชี้วัดที่แสดงถึงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สมรรถนะย่อย 5 สมรรถนะ (Chadwick, 2016: 3) ดังนี้ 1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์ 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป 3) ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย โดยทั้ง 5 สมรรถนะย่อยที่กล่าวมานี้มีพฤติกรรมของตัวชี้วัดที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียน 6 ระดับ โดยแบ่งตามสมรรถนะย่อยดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 พฤติกรรมของตัวชี้วัดของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

| ระดับ  | พฤติกรรมของตัวชี้วัด  |
|--|---|
| <b>สมรรถนะย่อย 1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์</b>              |   |
| 1  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบอื่นอย่างง่าย  |
| 2  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบอื่น  |
| 3  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัด แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย  |
| 4  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อนและมีที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายเพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ                             |
| 5  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อนและมีที่มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือสืบค้นข้อมูลแล้วนำเสนอความคิดรวบยอดเพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อปรากฏการณ์ทางสังคม                  |
| 6  | สามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ซับซ้อน และมีที่มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบค้นข้อมูล แล้วนำเสนอความคิดรวบยอดแบบบูรณาการ เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อปรากฏการณ์ทางสังคม |
| <b>สมรรถนะย่อย 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป</b> |   |
| 1  | สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูลที่กำหนดให้   |
| 2  | สามารถเปรียบเทียบจำแนก แยกแยะ แปลความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์  |
| 3  | สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล เพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัดและลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน                             |

| ระดับ   | พฤติกรรมของตัวชี้วัด  |
|---|---|
| 4   | สามารถวิเคราะห์และความหมายข้อมูลที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ   |
| 5   | สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล เพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและลงข้อสรุปที่กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ รวมถึงระบุข้อจำกัดของแหล่งที่มาและการแปลความหมายข้อมูลและความไม่แน่นอนของข้อมูล   |
| 6   | สามารถวิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องออกจากกันและแปลความหมายข้อมูล เพื่อแสดงรูปแบบของข้อมูลที่มาจากปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่กว้างขึ้นโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ รวมถึงระบุข้อจำกัดของแหล่งที่มา การแปลความหมายข้อมูลและความไม่แน่นอนของข้อมูล จนได้แนวโน้มของข้อมูลที่สามารถนำไปพยากรณ์และตัดสินใจได้ |
| <b>สมรรถนะย่อย 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์</b> |   |
| 1   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานและบอกประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้  |
| 2   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน   |
| 3   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน  |
| 4   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือไม่คุ้นเคยมาก่อนโดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม  |
| 5   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือไม่คุ้นเคยมาก่อนโดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม   |
| 6   | สามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนและต้องใช้การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โลก อวกาศ โดยเลือกใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสม  |
| <b>สมรรถนะย่อย 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์</b>           |   |
| 1   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นจากข้อมูลที่กำหนดให้   |
| 2   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน   |
| 3   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น โดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะจากข้อมูลในเหตุการณ์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด   |
| 4   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่นโดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะเพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย  |
| 5   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น เพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย  |
| 6   | สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น เพื่อตัดสินใจเลือกประจักษ์พยานที่เหมาะสมจากข้อมูลในปรากฏการณ์ในระดับบูรณาการ  |
| <b>สมรรถนะย่อย 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย</b>      |   |
| 1   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้เดิมอย่างง่ายจากข้อมูลที่กำหนดให้  |
| 2   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน   |
| 3   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น   |
| 4   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือนามธรรมและให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น ในเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย   |
| 5   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรมและให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย   |
| 6   | สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศและให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้นในสถานการณ์ในระดับบูรณาการ  |

จากการศึกษา ความสามารถของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการตีความหมายข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้าง โดยมีตัวบ่งชี้ที่สะท้อนความสามารถแบ่งออกเป็น 5 สมรรถนะย่อย ซึ่งแต่ละสมรรถนะย่อยจะประกอบด้วยพฤติกรรมตัวชี้วัด 6 ระดับที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอได้ วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ สามารถระบุข้อสันนิษฐาน และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการพิจารณาอื่น ๆ ได้

### 3. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานมีแนวคิดและกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

#### 3.1 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการใช้บริบทและการเชื่อมโยงในชีวิตจริง เป็นประเด็นที่สำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน (Bennett et al., 2006: 999) ซึ่งการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับตัวผู้เรียนครอบครัว เพื่อน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น และยังช่วยสนับสนุนแรงจูงใจและการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย (Bennett et al., 2002) บริบทมีความสำคัญต่อการรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากบริบททำให้ผู้เรียนเห็นความเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน อีกทั้งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ความสนใจ ความคิดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในกระบวนการนั้นๆ (Parchmann et al., 2014: 1046) และอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ตามสถานการณ์จริงที่เน้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอความรู้ผ่านสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

จากการศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนการสอนสรุปได้ว่า กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนจึงมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ อยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ตามสถานการณ์จริงที่เน้นการจัดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

#### 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดทิศทางในการจัดการกิจกรรม โดยมีนักวิชาการทางการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

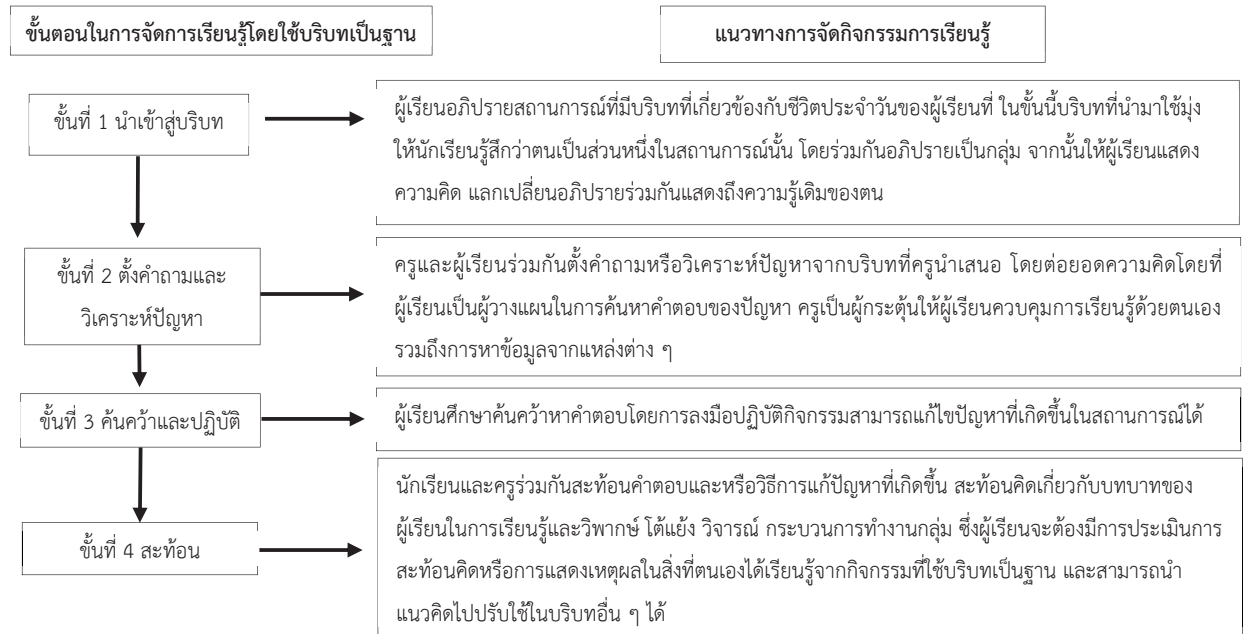
Warren (2006: 424) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1) นำเข้าสู่บริบท 2) ขยายบริบท 3) ระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน 4) ค้นหาความรู้ สำหรับตรวจสอบ 5) สรุปผลการเรียนรู้ และ 6) ออกจากบริบท

Wieringa et al. (2011: 2462-2437) ได้สรุปขั้นตอนการสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในวิชาชีววิทยาเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) นำเข้าสู่บริบท 2) ตั้งคำถามและวิเคราะห์ 3) ค้นคว้าและปฏิบัติ และ 4) สะท้อน

จากการศึกษาขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้เขียนได้เลือกขั้นตอนของ Wieringa et al. (2011: 2462-2437) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) นำเข้าสู่บริบท 2) ตั้งคำถามและวิเคราะห์ปัญหา 3) ค้นคว้าและปฏิบัติ และ 4) สะท้อน ได้มีการนำกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนมาปรับใช้ในเนื้อหาชีววิทยามีซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างชั้นเรียนกับโลกแห่งความเป็นจริงได้

#### 4. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน



แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน

#### 5. การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

จากแผนภาพที่ 1 ผู้เขียนจึงขอเสนอตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยนำบริบททางสังคมในเรื่อง การสืบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์และข้อมูลพันธุกรรมส่วนบุคคลมาเชื่อมโยงกับความรู้อิวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 5.1 ตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อการส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม โดยมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ อธิบายความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และอภิปรายแนวทางในการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ประโยชน์โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม โดยนำบริบททางสังคมมาเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนขอเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนโดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้



แผนภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนการส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน

## 5.2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน

การส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้เขียนขอแนะนำตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นตัวอย่างในการจัดกิจกรรมที่แสดงถึงบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

### ตารางที่ 2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานที่แสดงถึงบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน

| ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน | บทบาทผู้สอน   | บทบาทผู้เรียน   |
|--|---|---|
|  | 1.1 แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 8 กลุ่มๆละ 5 คนจากนั้นครูนำภาพยนตร์ที่เกี่ยวกับคดีฆาตกรรมมาให้ผู้เรียนดูเพื่อเชื่อมโยงผู้เรียนกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและ | 1.1 แบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน เชื่อมโยงสถานการณ์ในสื่อภาพยนตร์กับความรูู้ |



| ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน<br>วิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน | บทบาทผู้สอน  | บทบาทผู้เรียน   |
|--|--|---|
| <p>ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บริบท</p>                              | <p>ให้เกิดการเรียนรู้ถึงการใช้เทคโนโลยีทาง DNA และการสืบสวนสอบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์โดยใช้พยานวัตถุต่าง ๆ</p> <p>1.2 ครูสวมบทบาทให้นักเรียนเป็นนักสืบเมื่อถึงช่วงฆาตกรรมครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงประเด็นในการสืบสวนของนักสืบรวมทั้งหลักฐานและวิธีที่ใช้ในการสืบสวนสอบสวน</p> <p>1.3 ครูแจกเพิ่มประวัติเกี่ยวกับสถานการณ์คดีฆาตกรรมมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา วิเคราะห์สิ่งที่สามารถนำมาศึกษาในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ (ในเพิ่มประกอบด้วยพยานวัตถุทางนิติวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบสวน และข้อมูลของผู้ตาย ผู้ต้องสงสัย)</p>   | <p>เดิม</p> <p>1.2 ได้รับบทบาทสมมติให้เป็นนักสืบ และตอบคำถามในประเด็นการสืบสวนหลักฐาน และวิธีที่ใช้ในการสืบสวน</p> <p>1.3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา เพิ่มประวัติ และวิเคราะห์วิธีการทางนิติวิทยาศาสตร์</p>  |
| <p>ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามและวิเคราะห์ปัญหา</p>                  | <p>2.1 ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ถึงหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อระบุตัวคนร้าย (ผู้เรียนอาจตอบและลงความเห็นกันว่า พยานวัตถุที่สามารถนำมาศึกษาต่อในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ เช่น เลือด เส้นผม สารคัดหลั่งต่าง ๆ )</p> <p>2.2 ครูสถานการณ์และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น “เทคนิคใดสามารถระบุตัวคนร้ายจากสถานการณ์ดังกล่าว”</p> <p>2.3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้า อภิปรายร่วมกัน และครูกระตุ้นผู้เรียนถึงการเรียนรู้และเข้าใจหลักการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ</p>  | <p>2.1 วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความเห็นเกี่ยวกับหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อระบุตัวคนร้าย</p> <p>2.2 แต่ละกลุ่มตอบคำถามเกี่ยวกับประเด็นเทคนิคใดที่สามารถระบุตัวคนร้ายได้</p> <p>2.3 ค้นคว้า และอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดในการออกแบบการทดลอง</p>  |
| <p>ขั้นที่ 3 ค้นคว้าและปฏิบัติ</p>                           | <p>3.1 ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายกิจกรรมในการหาตัวผู้ร้าย เพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3.2 ผู้เรียนค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของคำถามหรือปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยการทดลอง</p> <p>3.3 ผู้เรียนบันทึกข้อมูลการทดลอง</p>  | <p>3.1 แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายการทดลอง</p> <p>3.2 ค้นคว้าหาคำตอบ โดยการทดลอง</p> <p>3.3 บันทึกข้อมูลในรูปแบบของกราฟแผนภูมิ</p>   |
| <p>ขั้นที่ 4 สะท้อน</p>                                      | <p>4.1 ครูให้สถานการณ์ในการวิเคราะห์เพิ่มเติม เกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมจากกระบวนการสืบสวนในขั้นต้นที่พบว่าผู้เสียหายจากการตกเป็นผู้ต้องสงสัยและให้ข้อมูลทางพันธุกรรมมีกระบวนการในการสืบสวนสอบสวน เช่น มีผู้ต้องสงสัยได้ทำประกันโรคร้ายแรงไว้ (เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน) หลังจากข้อมูลถูกเปิดเผย พบว่าผู้ต้องสงสัยมีโรคร้ายแรง ทำให้ประกันต้องถูกยกเลิก ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและวิเคราะห์ผลกระทบ ปัญหาในการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม</p> <p>4.2 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มวิพากษ์ประเด็นของการนำความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์มาเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม แล้วส่งผลกระทบต่อเจ้าของข้อมูล วิเคราะห์ประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ข้อดีและข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม ผู้เรียนแสดงมุมมองที่หลากหลาย สะท้อนถึงการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์ในการอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นโดยมีข้อมูลรองรับ</p> | <p>4.1 วิเคราะห์สถานการณ์ เชื่อมโยงประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน</p> <p>4.2 แต่ละกลุ่มวิพากษ์ประเด็นด้านนิติวิทยาศาสตร์ และได้แย้งประเด็นจริยธรรม การเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม ร่วมกันสะท้อนคิด วิเคราะห์ถึงผลโดยมีข้อมูลมารองรับ</p> |

## 6. บทสรุป

การส่งเสริมสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เน้นการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมีทักษะในการเก็บรวบรวมข้อมูล แปลความหมายของข้อมูลเป็นอย่างดี เป็นความสามารถที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก การรู้จักการแยกแยะข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งข้อโต้แย้งที่มีหลักฐานน่าเชื่อถือเชิงวิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งที่ไม่น่าเชื่อถือตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมทักษะพื้นฐาน สอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21

## 7. เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี พ.ศ. 2561 - 2580. ค้นเมื่อ[29 พฤษภาคม 2564] จาก <https://drive.google.com/file/d/1XSBMp8OCsawjqECOB-XZLB91-cRrNsEV/view>.
- ทัศนิน เครือทอง. (2553). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีบริบท. สสวท. 38(166), 56-59.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, อัมพิกา ประโมจน์ย์. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันนี้. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- Bennett, J. and Holman J. (2002). Context based approaches to the teaching of chemistry: What practice. Dordrech: Kluwer Academic Publishers.
- Bennett, J. and Lubben, F. (2006). Context based Chemistry: The Salters Approach. *International Journal of science Education*, 28 (9) 999-1015.
- De Jong, O. (2008). Context-based chemical education: How to improve it?. *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- Bellanca, J. and Brandt, R. (2010). *21<sup>st</sup> century skills : rethinking how students learn*. Solution Tree, Binding: Hardcover.
- Jeong, H., Songer, N.B., and Lee, S.Y. (2007). Evidentiary Competencies: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientetific Investigations, *Research Science Education*, 37, 75-97.
- Parchmann, I., Broman, K. and Busker, M.J. (2014). Context based teaching and learning on school and university level. In *Chemistry Education: Best practices, Innovative Strategies and New technology*. weinheim.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *A State leader's action guide to 21<sup>st</sup> century skill: A new vision for education*. Tucson, AZ: partnership for 21<sup>st</sup> Century skills.
- Chadwick, R. (2016). *assessment and development of scientific literacy at second level*. CASTeL, Dublin City University.
- Tekkeya, C. (2002). *Misconceptions as barrier to understanding biology*. Hacettepe University Egitim Fakultesi dersgisi, 23, 259.
- Warren, B. (2006). The influence of science standard and regulation on teacher quality and curriculum renewal: *an Australia perspective*. In D. W.
- Wieringa, N., Janssen, F. J. J. M., & Driel, J. H. V. (2011). Biology teachers designing context-based lessons for their classroom practice—the importance of rules-of-thumb. *International Journal of Science Education*, (17)33, 2462-2437.