

# การพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด

## Development of Nature of Science for Mathayomsuksa V Students in Acids-Bases Through the Explicit and Reflective Approach

<sup>1</sup>เกื้อกุล นามวงศ์ และ <sup>2</sup>สิรินภา กิจเกื้อกุล  
Kuakoon Namwong and Sirinapa Kijkuakul

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์  
Faculty of Education, Naresuan University, Thailand.  
E-mail: <sup>1</sup>nok\_mickeynok@hotmail.com <sup>2</sup>sirinapaki@nu.ac.th

Received May 24, 2023; Revised June 20, 2023; Accepted August 25, 2023

### บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงคุณภาพปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตั้งคำถาม 2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ 3) ขั้นอภิปราย และ 4) ขั้นสะท้อนคิด กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 3 ชนิด ได้แก่ แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อนุทินสะท้อนคิด และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาแล้วเขียนบรรยายเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าใจถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 82.92 และร้อยละ 13.33 นักเรียนเข้าใจบางส่วน แต่ยังมีนักเรียนร้อยละ 3.75 ที่ยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน นอกจากนี้ พบว่านักเรียนมีเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนมากที่สุด คือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

องค์ความรู้/ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับประเด็นธรรมของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ และตระหนักถึงคุณค่าวิทยาศาสตร์

**คำสำคัญ:** ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์; กรด-เบส; การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด

## Abstract

This Article aimed to develop the nature of science (NOS) of Mathayomsuksa 5 students in acids-bases through the explicit and reflective approach. The research was a qualitative research with 3 cycles of classroom action research. The explicit and reflective approach consists of 4 steps; 1) Asking 2) Investigation 3) Discussion and 4) Reflection. The sample was 40 students in Mathayomsuksa 5 from a large secondary school in Phetchabun Province using purposive sampling method. The research instruments were an open-ended questionnaire, reflective notes, and semi-structured interviews. The results of data analysis with content analysis indicated that 82.92 percent of students had informed of the NOS and 13.33 percent of students had adequate. But there are still 3.75 percent of students had in adequate. In addition, it was found that the students' understanding of the NOS increased. Students can more explain the relation between the NOS and scientific knowledge. The NOS understanding that students have the most informed is scientific knowledge can be transformed.

Knowledge/findings from this research can be used as a guideline for teaching and learning science that integrates scientific knowledge and the nature of science for students to understand and recognize the value of science.

**Keywords:** Nature of Science; Acids-bases; Explicit and Reflective Approach

## บทนำ

การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในหลายประเทศ ดังเห็นได้จากหลักสูตรระดับชาติในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ แคนาดา (McComas, 1998) รวมทั้งประเทศไทย จะให้ความสำคัญกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) เพื่อเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งหลักการ ทฤษฎี และกฎพื้นฐาน เข้าใจข้อจำกัดและขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสภาพแวดล้อม นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตและสร้างสรรค์ประโยชน์แก่สังคม พัฒนาระบบการคิดสร้างสรรค์จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ อีกทั้งเข้าใจการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2556) ซึ่งเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้น งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนทั้งในประเทศ และต่างประเทศรายงานว่า ครูและนักเรียนยังขาดความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลายประเด็นที่สำคัญ (Lederman, 1992; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551) นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนและไม่ถูกต้อง (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556) เช่น เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่แน่นอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม เข้าใจว่าการพิสูจน์ทฤษฎีไม่มีความจำเป็น เป็นต้น โดยสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง เกิดจากครูผู้สอนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และไม่ได้จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน (Lederman, 1992.; McComas, 1998) ทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่าการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคุณค่าขึ้น

จากความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนวิชาเคมี จึงสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด กับเนื้อหาเรื่องกรด-เบส โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเนื้อหาเรื่องกรด-เบส เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานหรือสังคมของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไป (Adb-El-Khalick and Lederman, 2000 อ้างใน อังสนา วงษ์ดนตรี, 2564) จากการศึกษาวิธีการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพบว่าการสอนที่ได้ผล คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยไม่สอนแบบบรรยายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฟังเพียงอย่างเดียว แต่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการคิดของนักเรียนเอง ซึ่งจะช่วยให้เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ยอมรับและเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

บทความวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิดให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิด เรื่อง กรด-เบส

## การทบทวนวรรณกรรม

### ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS (1989) ได้ระบุในปี 1990 ว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นจุดหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทุกคนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังระบุเป้าหมายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ สิริริภา กิจเกื้อกูล (2557) ได้กล่าวว่า คุณค่าและความจำเป็นของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนทราบขอบเขต/ข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ ได้เห็นวิทยาศาสตร์ในด้านจริยธรรมและวัฒนธรรม การเรียนรู้อย่างมีเหตุผล ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยู่ในสังคมอย่างเท่าทัน ตระหนักถึงคุณค่า และความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

การที่บุคคลสามารถเข้าใจในทงแงมุมของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทศนคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ บุคคลสามารถเข้าใจในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ที่นำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและค้นหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ซึ่งมีอิทธิพลและผลกระทบต่อกันและกัน นำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต พัฒนาระบบการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ และเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จะเห็นได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสำคัญเป็นอย่างมาก องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นมาตรฐานหลักสูตรหรือกำหนดเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคม ช่วยให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางสังคม และสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ทุกคนสามารถที่จะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เตรียมตัวเองเพื่อมุ่งไปสู่การเป็นพลโลกที่มีคุณภาพ สามารถเข้าใจในวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสร้างสรรค์สังคม เพื่อให้เกิดการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ ส่งผลไปสู่การพัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้าด้วยการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในทางที่ถูกต้อง

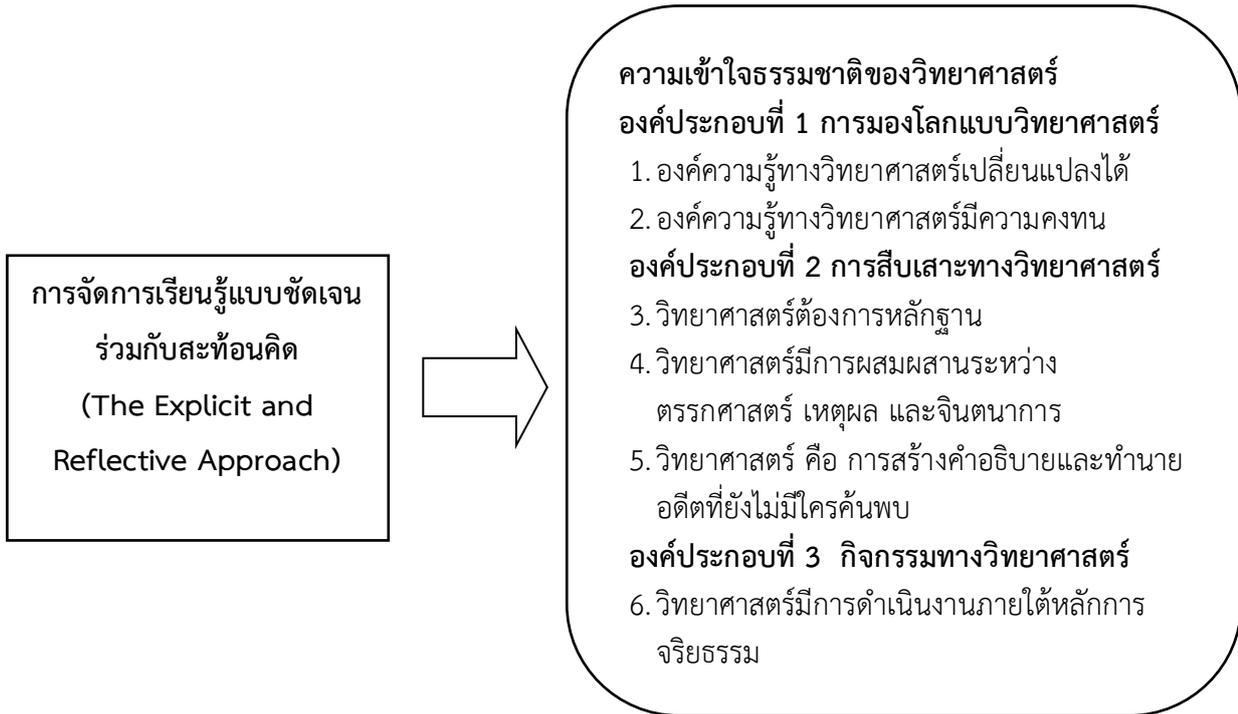
### การจัดเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด (An Explicit and reflective Approaches)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิด คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการตั้งคำถามอภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน (ลลิตา คำแก้ว และคณะ, 2560) โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และได้รับแก้ไขปรับมุมมองหรือความเข้าใจของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องซึ่งเป็นผลเนื่องจากการได้รับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Abd-ELKhalick Mshte. 2008) โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ส่วนใหญ่ใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เชื่อว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เกิดขึ้นเอง หลังจากการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิดของผู้เรียน (AbdEl-Khalick and Ledeman, 1998)

จากผลการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้สนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด เรื่องกรด-เบส ซึ่งนักเรียนมองว่าเป็นเนื้อหาที่ยาก และไม่ให้ความสำคัญกับความรู้เรื่องกรด-เบส เพื่อนักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ ขอบเขตหรือข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์

### กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงวิจัยเชิงคุณภาพปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ตามรูปแบบการสอนของ กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2559) และนำมาปรับขั้นตอนให้เหมาะสมกับบริบทและเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เรื่อง กรด-เบส ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (asking) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (investigation) ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปราย (discussion) และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนคิด (reflection) โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนในรายวิชาเคมี 3 (ว32223) โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง และดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กรด-เบส ประกอบด้วย ทฤษฎีกรด-เบส, pH และอินดิเคเตอร์ และการประยุกต์ความรู้เรื่องกรด-เบส เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ได้แก่ 1) แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 12 ข้อ เป็นคำถามชนิดปลายเปิด ที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหา โดยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับการศึกษากรด-เบส โดยเชื่อมโยงกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ประเด็น แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน 2. อนุทินสะท้อนคิด ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาอนุทินสะท้อนคิด เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในส่วนของเนื้อหาเรื่องกรด-เบส ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนข้อสงสัยที่นักเรียนต้องการทราบเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนบันทึกทุกครั้งหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ และ 3. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ View of Nature of Science Questionnaire แบบ C (VNOS-C) ของ Lederman, et al. (2002) โดยนำมาปรับเหมาะสมด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 12 ข้อ ซึ่งมีลักษณะคำถามที่เน้นให้นักเรียนได้สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ประเด็นอย่างชัดเจน

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ จากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อนุทินสะท้อนคิด และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นต่าง ๆ มา

ตรวจและจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 3 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Akerson, et al. (2008) และแนวคิดของ Abd-El-Khalick & Lerdeman (2000) จากนั้นดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (method triangulation) เพื่อดูความสอดคล้องของข้อมูลซึ่งจะแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของจำนวนนักเรียนในแนวคิดต่าง ๆ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## ผลการวิจัย

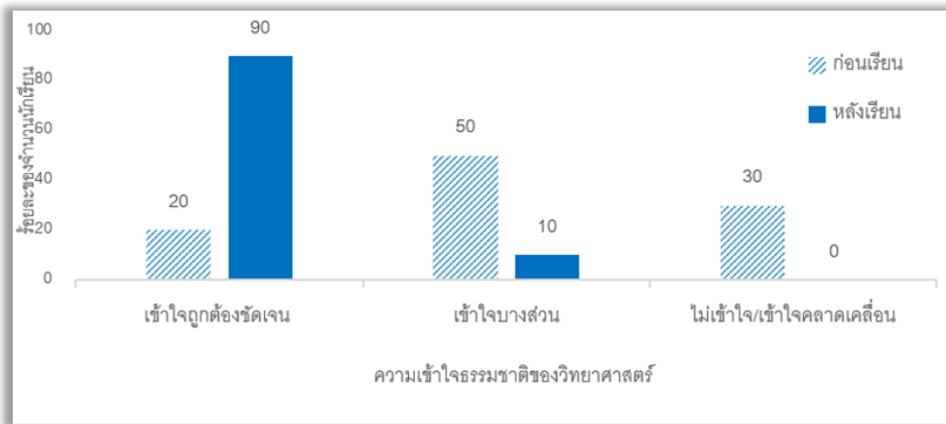
จากการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบต่าง ๆ ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์คำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยแบ่งความเข้าใจออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Akerson, et al. (2008) และแนวคิดของ Abd-El-Khalick and Laderman (2000) หาค่าร้อยละและจำนวนนักเรียนตามกลุ่มแนวคิด พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจถูกต้องชัดเจนเข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ เฉลี่ยร้อยละ 3.33, 23.75 และ 72.92 ตามลำดับ และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจถูกต้องชัดเจน เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ เฉลี่ยร้อยละ 82.92, 13.33 และ 3.75 ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็น พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ดังนี้

### องค์ประกอบที่ 1 การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

#### ประเด็นที่ 1 องค์ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 50 ซึ่งนักเรียนเขียนอธิบายได้บางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุม รองลงมาคือมีแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 30 และมีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 20 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 90 โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาค้นคว้า และมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ มีการทดลองผ่านการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดทฤษฎีใหม่ ๆ ขึ้น รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 30 และไม่มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน รายละเอียดดังภาพ 2

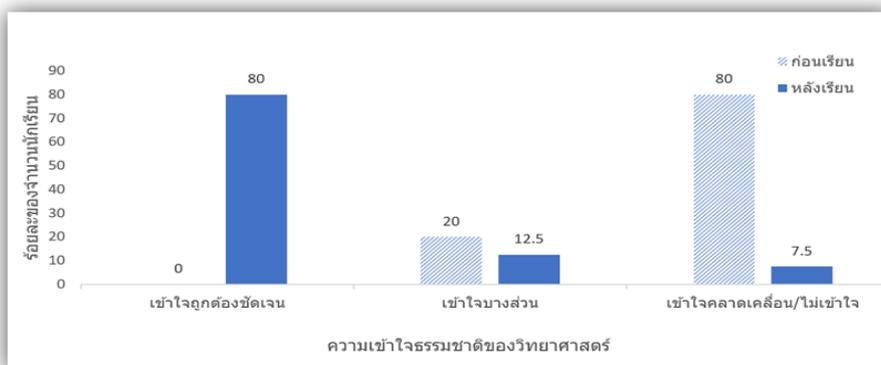


ภาพ 2 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

### ประเด็นที่ 2 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 80 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอธิบายไม่ตรงประเด็น รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 20 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดถูกต้องชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 80 โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าถึงแม้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นใหม่ มีการพัฒนา และมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน แต่ไม่จำเป็นที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกลบล้างเสมอไป แต่ยังเป็นความรู้ที่ยังสามารถใช้อธิบายร่วมกันได้ รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 12.5 และแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 7.5 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพ

3



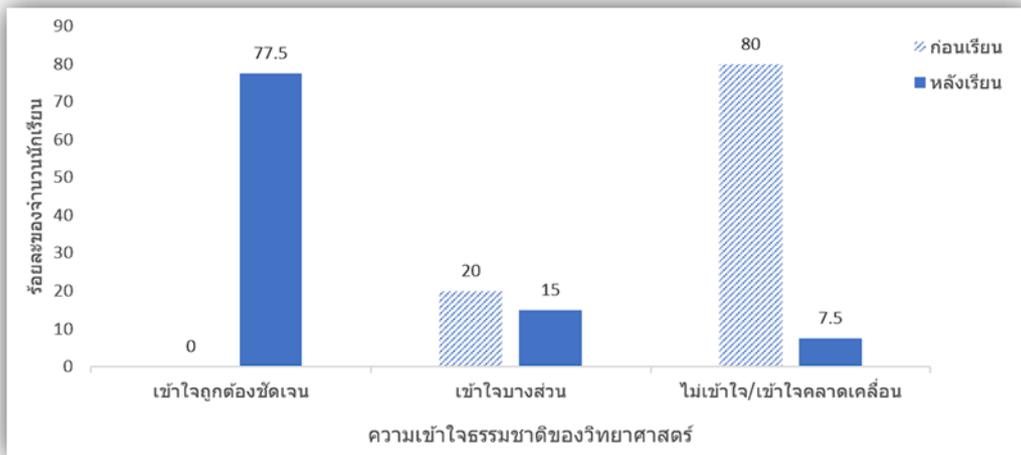
ภาพ 3 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

### องค์ประกอบที่ 2 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

#### ประเด็นที่ 3 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 80 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และ

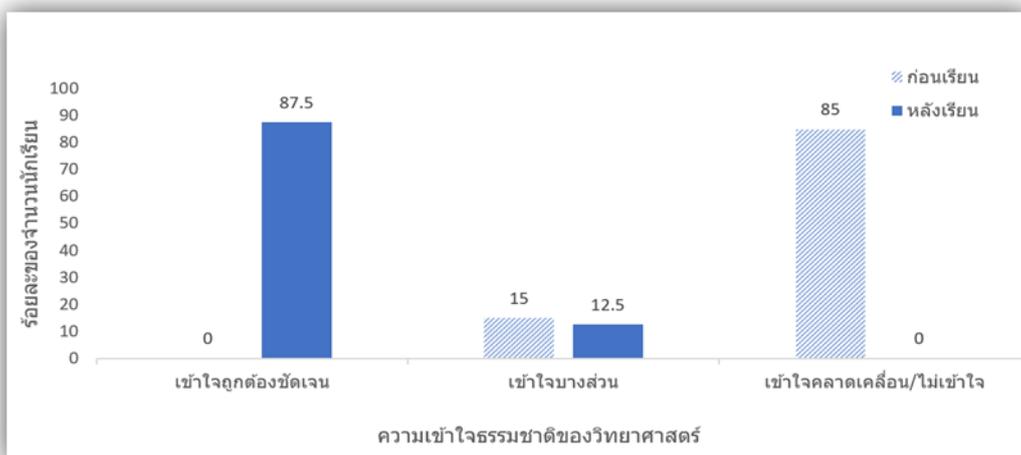
อธิบายไม่ตรงประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 20 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดถูกต้องชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 77.5 โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นหลักฐานยืนยันข้อมูลจากการทดลอง นักวิทยาศาสตร์สังเกต รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 15 และแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 7.5 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพ 4



ภาพ 4 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

#### ประเด็นที่ 4 วิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการ

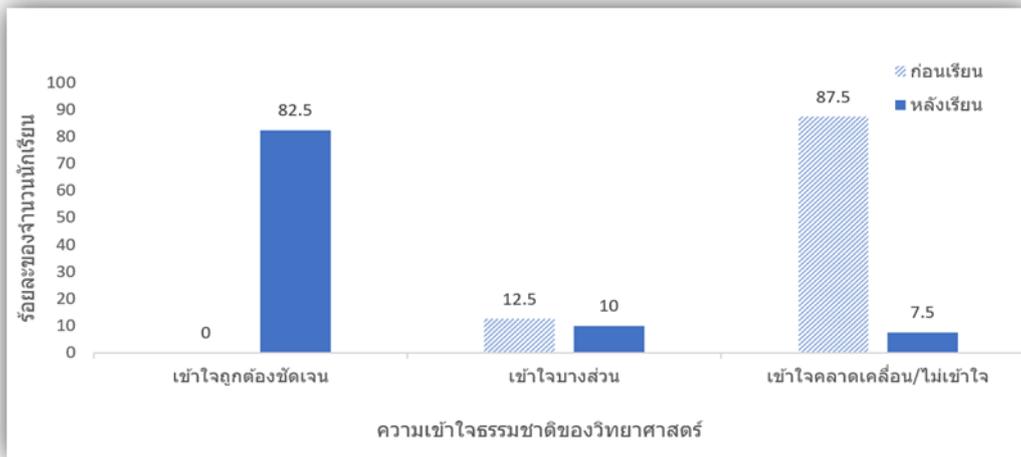
ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 85 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอธิบายไม่ตรงประเด็นเกี่ยวกับตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการ รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดถูกต้องชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 87.5 โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ตรรกศาสตร์และจินตนาการร่วมกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 12.5 และไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน รายละเอียดดังภาพ 5



**ภาพ 5 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และ จินตนาการ**

**ประเด็นที่ 5 วิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบาย และทำนายอดีตที่ยังไม่มีใครค้นพบ**

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 87.5 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอธิบายไม่ตรงประเด็น รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 12.5 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดถูกต้องชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 82.5 โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีใครค้นพบ และหาความจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 10 และแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 7.5 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพ 6

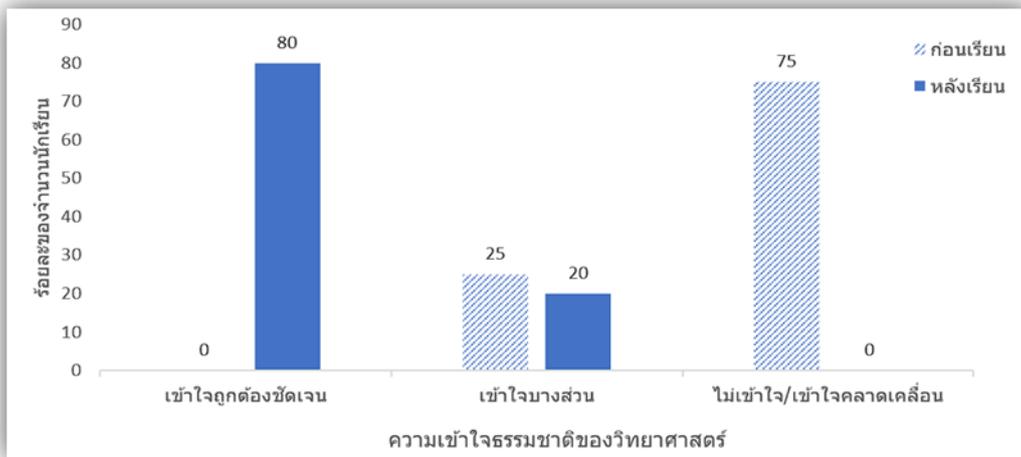


**ภาพ 6 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบาย และทำนายอดีตที่ยังไม่มีใครค้นพบ**

**องค์ประกอบที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์**

**ประเด็นที่ 6 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานภายใต้หลักจริยธรรม**

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 75 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอธิบายไม่ตรงประเด็นวิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานภายใต้หลักการจริยธรรม รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 25 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดถูกต้องชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 80 โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้หลักจริยธรรมมาดำเนินการ รองลงมาคือมีแนวคิดเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 20 และไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน รายละเอียดดังภาพ 7



ภาพ 7 ร้อยละนักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานภายใต้หลักจริยธรรม

เมื่อจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น ซึ่งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเข้าใจมากที่สุดคือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ รองลงมา คือ วิทยาศาสตร์คือการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการ วิทยาศาสตร์คือกรสร้างคำอธิบาย และทำนายอดีตที่ไม่มีใครค้นพบมาก่อน องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการภายใต้หลักจริยธรรม และวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ตามลำดับ

## อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัย พบว่า พัฒนาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส เมื่อจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องชัดเจนมากขึ้น และมีแนวคิดไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งผู้วิจัยแสดงรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังนี้

### องค์ประกอบที่ 1 การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

#### ประเด็นที่ 1 องค์ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

ในประเด็นประเด็นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เป็นประเด็นที่นักเรียนเข้าใจถูกต้องชัดเจน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด เป็นผลมาจากนักเรียนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลุ่มความเข้าใจโดยประเด็นนี้ นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานยืนยัน โดยหลักฐานมาจากการสังเกตและการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะการทำงานของกรค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลการสังเกตทดลองเพิ่มเติม (Abd- El-khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) มีหลักฐานการค้นพบจากการทดลองมาพิสูจน์ยืนยัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิรินภา กิจเกื้อกุล (2548) และ Abd-EL Khalick and Lederman (2000) ที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความจริงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

#### ประเด็นที่ 2 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

ประเด็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนน้อยที่สุด รองลงมา เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมยังส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์มีความคงทน กับวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะบางครั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ถึงจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปโดยสิ้นเชิง แต่เป็นความรู้ใหม่ที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบของปรากฏการณ์นั้นได้ เช่น การอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องกรด-เบส อาร์เรนีเยสเสนอแนวคิดคิดเกี่ยวกับการแตกตัวของสารให้  $H^+$  และ  $OH^-$  ขณะที่เบรินสแตด-ลาวรี เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอน และ ลิวอิสเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนกับสารอื่น จากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 คน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เปลี่ยนไป ยังเป็นแนวคิดที่ยังคงใช้อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับกรด-เบสอยู่ในปัจจุบัน

## องค์ประกอบที่ 2 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

### ประเด็นที่ 3 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ประเด็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับประเด็นอื่น ๆ จากผลการวิจัยที่ผ่านมา ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน จะเป็นประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนมากที่สุด (สุทธิดา จำรัส, 2552) แต่ในการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจน้อยที่สุด ทั้งนี้บทเรียนเรื่องกรด-เบส และกิจกรรมมีส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือแม้แต่วิธีสอนเองก็มีส่วนในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูอาจจะเน้นการสอนแบบบรรยายอยู่ หรือสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีไปเลย ทำให้นักเรียนขาดการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดการทดลอง การสังเกต หรือหาหลักฐานมาอ้างอิง เพื่ออธิบายและลงข้อสรุปทฤษฎีหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจะต้องเน้นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ต้องการพัฒนานักเรียนให้ครบทุกประเด็นอย่างชัดเจน เพราะในบางครั้งนักเรียนก็ไม่อธิบายหรือแสดงหาหลักฐานจากการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อยืนยันความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยจากการตอบของนักเรียนยังหลงประเด็น และสับสนกับประเด็นวิทยาศาสตร์คือการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการร่วมด้วย

### ประเด็นที่ 4 วิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการ

วิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา มหาลี (2553) และประดับชัย อินมณี (2558) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และพบว่า บทบาทความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจในประเด็นดังกล่าวสูงสุด และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนสูงขึ้นหลังจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ในประเด็นวิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ เหตุผล และจินตนาการนี้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่สับสนกับประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจถูกต้องชัดเจนในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับประเด็นอื่น ดังนั้น ในการดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องคอยตรวจสอบและแนะนำนักเรียนไม่หลงประเด็น และต้องออกแบบกิจกรรมให้ประเด็นที่จะศึกษาทุกประเด็นให้ชัดเจน

### ประเด็นที่ 5 วิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบาย และทำนายอดีตที่ยังไม่มีใครค้นพบ

ประเด็นวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบาย และทำนายอดีตที่ยังไม่มีใครค้นพบ ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด พบว่า นักเรียนมีแนวคิดไม่เข้าใจและเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด โดยผู้เรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องสร้างคำอธิบายเพิ่มเติม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบายหรือทำนายอดีตที่ยังไม่มีใครค้นพบ มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่ไม่เคยมีใครค้นพบมาก่อน โดยพยายามใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย มีการศึกษาการค้นพบหรือการศึกษาของวิทยาศาสตร์ในอดีต เพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่มีใครอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา มหาลี (2553) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และพบว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์ไม่มีใครค้นพบมาก่อน

### องค์ประกอบที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

#### ประเด็นที่ 6 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานภายใต้หลักจริยธรรม

ประเด็นวิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานภายใต้หลักการจริยธรรม นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อสังคมและวัฒนธรรม หรือมีความสำคัญต่อหลักการจริยธรรมอย่างไร ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนไม่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2548) นักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจ นักเรียนไม่ได้รับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (Moss and Robb, 2001) เป็นผลให้ยังมีนักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนเหลืออยู่

### องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

จากการวิจัยทำให้เกิดองค์ความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด 5 ขั้นตอน ดังแผนภาพ



ภาพ 8 การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด

จากภาพ 8 แสดงถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด สามารถอธิบายโดยสังเขป ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (asking) เป็นขั้นการตั้งคำถามเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ช่วยให้แก่นักเรียนคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (investigation) เป็นขั้นตอนการทำคำถาม/ข้อสงสัยในขั้นที่ 1 ให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถสืบสวน/สอบสวนได้ โดยครูสร้างประสบการณ์การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างหลากหลาย โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบและดำเนินการด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปราย (discussion) เป็นขั้นการสอนที่จัดให้นักเรียนได้สรุปความรู้ ตอบคำถามที่ศึกษานำเสนอวิธีการของแต่ละกลุ่ม จนได้ข้อสรุปหรือข้อค้นพบ/การแสดงจุดยืนของตนเองหรือของกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านการถาม-ตอบ การลงข้อสรุปร่วมกันหรือรายบุคคล รวมถึงการแสดงแนวคิด/ความคิดเห็นในบริบทสถานการณ์ที่นอกเหนือจากการศึกษา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนคิด (reflection) เป็นขั้นตอนการเชื่อมโยงการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ เข้ากับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งในรูปแบบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล การสนทนากลุ่มย่อย และการเขียนอนุทิน

## สรุป

จากการศึกษาการพัฒนาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกประเด็น นอกจากนี้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาแล้ว ครูผู้สอนก็ได้พัฒนาการสอนและได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการวิจัย พบว่า

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนกับวิทยาศาสตร์นั้น สิ่งสำคัญคือจะต้องวางเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยทำให้สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกประเด็นที่ต้องการพัฒนานักเรียน

2. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบางคนยังไม่สอดคล้องตามประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงควรมีการส่งเสริมพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องมากขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล หรือกลุ่มย่อย

3. ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิด มีบางประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจอยู่ ควรหาสาเหตุว่ามีปัจจัยใดที่

ส่งผลทำให้นักเรียนไม่เข้าใจถูกต้องชัดเจนแล้วจึงปรับปรุงวิธีการจัดกิจกรรมหรืออาจมีการจัดการสอนซ่อมเสริมในบางประเด็น

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบที่สำคัญ คือ การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทุกประเด็นที่ศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยควรให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และประเด็นธรรมชาติเท่า ๆ กัน สำหรับประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่สามารถพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ครบทุกประเด็นร่วมกับทักษะ/สมรรถนะของนักเรียนด้านอื่น ๆ

## เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)*, 16(5), 795-809.
- กมลรัตน์ ฉิมพาลี, ประสาท เนืองเฉลิม และ ลือชา ลดาชาติ. (2560). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 85-100.
- ประดับชัย อินมณี. (2556). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิดโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและการมองเห็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ลลิตา คำแก้ว, ชาตรี ฝ่ายคำตา และ พจนารถ สุวรรณรุจิ. (2560). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด ผนวกในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม. *วารสารวิจัย มช.*, 3 (2), 25-39.
- ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกุล และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 34(2), 269-282.
- สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 29(3), 228-239.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2557). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดการเรียนรู้ (ตอนที่ 2). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 15(2), 137-142.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*. 22(7), 665-701.

- Akerson, L.V., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective Versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578-496.
- Lederman, N. G. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conception of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-518.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- McCOMAS, W. F. (1998). *The Nature of Science in Science Education Ration and Strategies*. California: Kluwer Academic.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.