

การเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ ต่อความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร
และระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*

THE EFFECTS OF 4MAT LEARNING SUPPLEMENTED WITH LEARNING LOGS ON
UNDERSTANDING FOOD NUTRIENTS AND DIGESTIVE SYSTEM CONCEPT
OF GRADE 6 STUDENTS

วุฒิชัย อัสภัย¹, จันทร์จิรา จูมพลหล้า²

Wuttichai Atsaphai¹, Chanchira Choomponla²

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี^{1,2}

Udon Thani Rajabhat University, Thailand.^{1,2}

Email : Wuttichaiwurry@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนโรงเรียนขนาดกลาง แห่งหนึ่งในอำเภอทุ่งฝน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 14 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยประกอบด้วย 1) แผนการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร และ 2) แบบทดสอบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยการทดสอบ t-test for dependent sample

ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.52 และ หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.93 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 87.20 เมื่อเปรียบเทียบคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

คำสำคัญ : 1. การเรียนรู้แบบ 4MAT 2. แบบบันทึกการเรียนรู้ 3. ความเข้าใจโภชนาการ

ABSTRACT

The purposes of this study were to study and compare conceptual understanding of food nutrients and digestive system before and after learning by using 4MAT learning supplemented with learning logs of grade 6 students in medium size school under the Thungfon District of UdonThani Primary Education Service Area Office 3 in the first semester of academic year 2022. The sample consisted of 14 students that selected by purposive sampling. This study design was one-group pretest-posttest design. The instruments of this study were: 1) lesson plans on food nutrients and digestive system by using 4 MAT learning supplemented with learning logs and 2) conceptual understanding of food nutrients and digestive system test. The data were analyzed for mean, standard deviation, percentage and hypothesis test for compare conceptual understanding of food nutrients and digestive system after learning higher than before by t-test for dependent sample.

The results of this study showed that students' conceptual understanding of food nutrients and digestive system after learning had an average score of 8.29 points, accounting for 34.52 percent, and after studying, students had an average score of 20.93 points, accounting for 87.20 percent. When comparing the average scores before studying and after studying, it was found that the average scores after studying were higher than before studying. Statistically significant at the .01 level.

Keywords : 1. 4MAT learning 2. Learning logs 3. Scientific understanding concept

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ความเข้าใจในนิเวศวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความเข้าใจในนิเวศวิทยาเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ และเกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดนิเวศวิทยาซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น ซึ่งความเข้าใจในนิเวศวิทยาเป็นความคิดความเข้าใจของแต่ละบุคคล แต่ละบุคคลย่อมมีความเข้าใจในนิเวศวิทยาเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน ขึ้นกับความรู้เดิมและประสบการณ์ที่มีอยู่ และวุฒิภาวะของบุคคลนั้นๆ เช่น การเกิดแผ่นดินไหว บางคนอาจบอกว่าเป็นการกระทำของเทพยดาและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ บางคนบอกว่าเกิดจากการพลัดตัวของเปลือกโลกที่แตกออกจากกัน บางคนบอกว่าเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานของเปลือกโลกทำให้พื้นดินเกิดสั่นสะเทือน เป็นต้น หรือหากให้อธิบายลักษณะของต้นมะพร้าว สำหรับเด็กอาจอธิบายว่า เป็นต้นไม้ชนิดหนึ่งลำต้นสูงยาว ไม่มีกิ่งก้านสาขา ใบเป็นแฉก ๆ ผลกลม ๆ สำหรับนักวิทยาศาสตร์อาจบอกว่ามะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีระบบรากแบบรากฝอย ลำต้นเป็นข้อปล้องเห็นชัดเจน จัดอยู่ในวงศ์ปาล์ม (Family Palmaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นต้น (ภาพ เลขาไพบูลย์,

2540; ธีระชัย ปุณฺณโชติ 2540) ดังนั้น ความเข้าใจในนิเวศวิทยาการศึกษาจึงเป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในนิเวศวิทยาการศึกษาคลาดเคลื่อนหรือไม่ตรงกันอาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการตัดสินใจ การวิเคราะห์ข้อมูล หรือข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการพัฒนาความรู้และการเปลี่ยนแปลงในวงกว้างของวิทยาศาสตร์ เพื่อลดความเข้าใจในนิเวศวิทยาการศึกษาคลาดเคลื่อนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรใส่ใจในการตรวจสอบและตระหนักถึงความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูลที่น่าเสนอ การใช้หลักการและวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์และตีความข้อมูล และการตระหนักถึงความเป็นอิสระและการควบคุมตัวแปรในการทำงานของการวิจัย นอกจากนี้ยังควรมีการรับฟังและพิจารณาความเห็นของผู้อื่นในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและครบถ้วนในความเข้าใจในนิเวศวิทยาการศึกษา ดังนั้นจึงเป็นเรื่องจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนวิทยาศาสตร์ (Kose, 2008)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด คือ มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน นักเรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพครูผู้สอนจะต้องใส่ใจ และให้ความสำคัญกับสมองที่มีส่วนสำคัญกับการเรียนรู้ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542) สมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ส่วนที่หนึ่งคือสมองส่วนแกน (Stem) ส่วนที่สองสมองส่วนกลาง (Limbic) และส่วนสุดท้ายคือสมองส่วนนอก (Me cortex) นอกจากนี้สมองยังถูกแบ่งเป็น 2 ซีก คือซีกด้านซ้ายและซีกด้านขวา โดยแต่ละซีกมีความรับผิดชอบที่แตกต่างกันและมีความชำนาญในทักษะบางอย่างไม่เหมือนกัน การจัดกระบวนการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมพัฒนาสมองทั้งทางซีกซ้ายและทางซีกขวาไปพร้อมๆ กัน การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลกันได้แก่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT (กรมวิชาการ, 2545) การเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการเรียนรู้และการสอนที่จะต้องมียุทธศาสตร์การเคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับขั้นตอนของวัฏจักรของการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียน ซึ่งมีลักษณะการรับรู้แตกต่างกันได้มีโอกาสได้เรียนและพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุข (ศักดิ์ชัย นิรัญทวีและ ไพเราะ พุ่มม้น, 2543) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ครูควรมีเจตคติหรือความเชื่อในการจัดสภาพแวดล้อมคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจและเปิดโอกาสให้เรียนรู้จากการค้นคว้าด้วยตนเองตามแบบการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุดเพื่อจะได้เรียนรู้ตามแนวคิดและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างสูงสุด

แบบบันทึกการเรียนรู้ (Learning Log) เป็นการเขียนบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากเนื้อหา ในบทเรียนความรู้ วิธีการดำเนินงานเกี่ยวกับกระบวนการที่ได้จากการเรียนรู้ของตน โดยบันทึกการเรียนรู้ประเภทนี้เป็นเครื่องมือที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียนและค้นพบปัญหาการเรียนรู้ รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับประสบการณ์เดิม (จิราภรณ์ วงษ์เกิด, 2559) โดยการสะท้อนการเรียนรู้จะสะท้อนใน 3 ประเด็นหลัก คือ 1) ประเด็นการเรียนรู้ เป็นการ

สะท้อนประเด็นเนื้อหาสาระ (Contents) ที่สำคัญที่เรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม/ ใบงาน 2) ความรู้สึกต่อสิ่งที่เรียนรู้ เป็นการกลั่นกรองความรู้สึกทางความคิด/ จิตใจซึ่งไม่ใช่ความรู้สึกทางกาย และ 3) การนำไปใช้ในการเรียน การงานหรือชีวิตส่วนตัว เป็นการกำหนดแนวทางในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ต่อยอดหรือทำให้เกิดขึ้นจริงในทางปฏิบัติในปัจจุบันหรืออนาคต (Sungrugsa, et al, 2015) การสะท้อนการเรียนรู้มีความสัมพันธ์หรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำการใด ๆ บนพื้นฐานของการสะท้อนการคิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการฝึกสะท้อนความคิดจึงเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเป็นการพัฒนาศักยภาพทางปัญญาที่ส่งผลให้มีการปฏิบัติและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของการเรียนรู้จากประสบการณ์หรือการสะท้อนความคิดจากการปฏิบัติจึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย Head Heart และ Hand ได้แก่ 1) การสะท้อน “ประเด็นการเรียนรู้” จะช่วยให้จดจำเนื้อหาที่สำคัญของกิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยได้ใช้สมองในส่วนของการคิด วิเคราะห์ ว่าได้เรียนรู้อะไรที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง 2) การสะท้อน “ความรู้สึก” จะช่วยให้รับรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และการตอบสนองต่อปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ชัดเจนขึ้น รวมถึงได้ฝึกฝนการตีความคุณค่าหรือความสำคัญของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซึ่งช่วยให้เข้าใจสถานการณ์นั้น ๆ ดีขึ้น ในขณะเดียวกันก็ได้ฝึกฝนการสัมผัสอารมณ์ ความรู้สึกของผู้อื่นที่อยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ ด้วย และ 3) การสะท้อน “การนำไปใช้ในการเรียน การงาน/ ชีวิตส่วนตัว” จะช่วยให้ฝึกฝนการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้สู่การปฏิบัติงานจริงหรือในชีวิตประจำวันส่วนตัวซึ่งกำหนดเป้าหมายในการนำความรู้ความคิดที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริงทำให้การเรียนรู้มีคุณค่าไม่สูญเปล่า (นรินทร์ สังข์รักษา และ สวรรยา ธรรมอภิพล, 2563)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการจัดเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

3. ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

3.1 ทำให้ทราบผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองศึกษาแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนทดลองและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
	Pretest	Experimental	Posttest
E	T1	X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

X แทน การเรียนรู้แบบ 4MATเสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

T1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

T2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง แห่งหนึ่งในอำเภอทุ่งฝน จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานีเขต 3 ปี การศึกษา 2565 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 162 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง จำนวน นักเรียนทั้งหมด 14 คน ที่มีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียนซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแบบบันทึกการเรียนรู้ วิเคราะห์ สาระการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดำเนินการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง อาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหาย่อย คือ 1) อาหาร และสารอาหาร 2) ธงโภชนาการ 3) ระบบย่อยอาหาร และ 4) การดูแลระบบย่อยอาหาร โดยแผนการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และการหาคุณภาพของแผนการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ทำการประเมินความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลา การวัดและประเมินผล และสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยคุณภาพของแผนการเรียนรู้โดยภาพ

รวมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.12) ทั้งนี้แผนการเรียนรู้ได้ผ่านการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาความเหมาะสมในการจัดกิจกรรม เวลา การวัดและประเมินผล ความเหมาะสมของสื่อ ซึ่งพบว่า แผนการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสนุกกับกิจกรรมที่ครูจัดให้และอยากเรียนในกิจกรรมลักษณะนี้อีก 2. แบบทดสอบความเข้าใจโน้มนำอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร เป็นแบบ 2 ระดับ โดยระดับที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และระดับที่ 2 เป็นการให้เหตุผลสนับสนุนในคำตอบที่ 1 ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนของ Costu, Ayas & Niaz (2012) ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้ผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน คือ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยลงความเห็นตัดสินให้คะแนนไปพร้อมกันตามหลักฉันทมติ (Consensus) ในการพัฒนาแบบทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลโน้มนำวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจโน้มนำอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่องอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร จุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์ความเข้าใจโน้มนำที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ หากคุณภาพของแบบทดสอบโดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดเดียวกับที่ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป จากผลการประเมินแบบทดสอบ พบว่า ค่า IOC ของแบบทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.67 – 1

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนของ Costu, Ayas & Niaz (2012)

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	คะแนน		การแปลผล
✓	✓	3	SU	มีความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU)
✗	✓	2	PU	มีความเข้าใจบางส่วน (Partial Understanding: PU)
✓	ไม่ตอบ/ ไม่ตรงแต่ไม่ผิด	2	PU	มีความเข้าใจบางส่วน (Partial Understanding: PU)
✓	✗	1	SM	มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM)
✗	ไม่ตอบคำถาม	0	NU	ไม่มีความเข้าใจ (No Understanding: NU)
✗	✗	0	NU	ไม่มีความเข้าใจ (No Understanding: NU)
ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	0	NU	ไม่มีความเข้าใจ (No Understanding: NU)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ 1) ก่อนเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนก่อนเรียน 2) ระหว่างเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ยังตอบคำถามไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบคำถามเพิ่มเติม 3) หลังเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนหลังเรียน 4) หลังการทดลอง นำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ไปวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐานเป็นลำดับต่อไป การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%) แล้วเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบ t-test for Dependent Sample

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

คน ที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	10	41.66	22	91.66
2	8	33.33	23	95.83
3	4	16.66	17	70.83
4	10	41.66	20	83.33
5	4	16.66	21	87.5
6	0	0.00	20	83.33
7	8	33.33	20	83.33
8	10	41.66	20	83.33
9	8	33.33	22	91.66

คน ที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
10	9	37.5	22	91.66
11	10	41.66	22	91.66
12	14	58.33	24	100.00
13	9	37.5	20	83.33
14	12	50.00	20	83.33
$\bar{X}$	8.29	34.52	20.93	87.20
S.D.	3.56	-	1.73	-

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโภชนาการ สารอาหารและระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.52 และ คะแนนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.93 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 87.20

5.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหารและระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test	p
ก่อนเรียน	8.29	3.561	34.52	15.122*	.000
หลังเรียน	20.93	1.730	87.20		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 8.29 คิดเป็นร้อยละ 34.52 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 20.93 คิดเป็นร้อยละ 87.20 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. อภิปรายผลการวิจัย

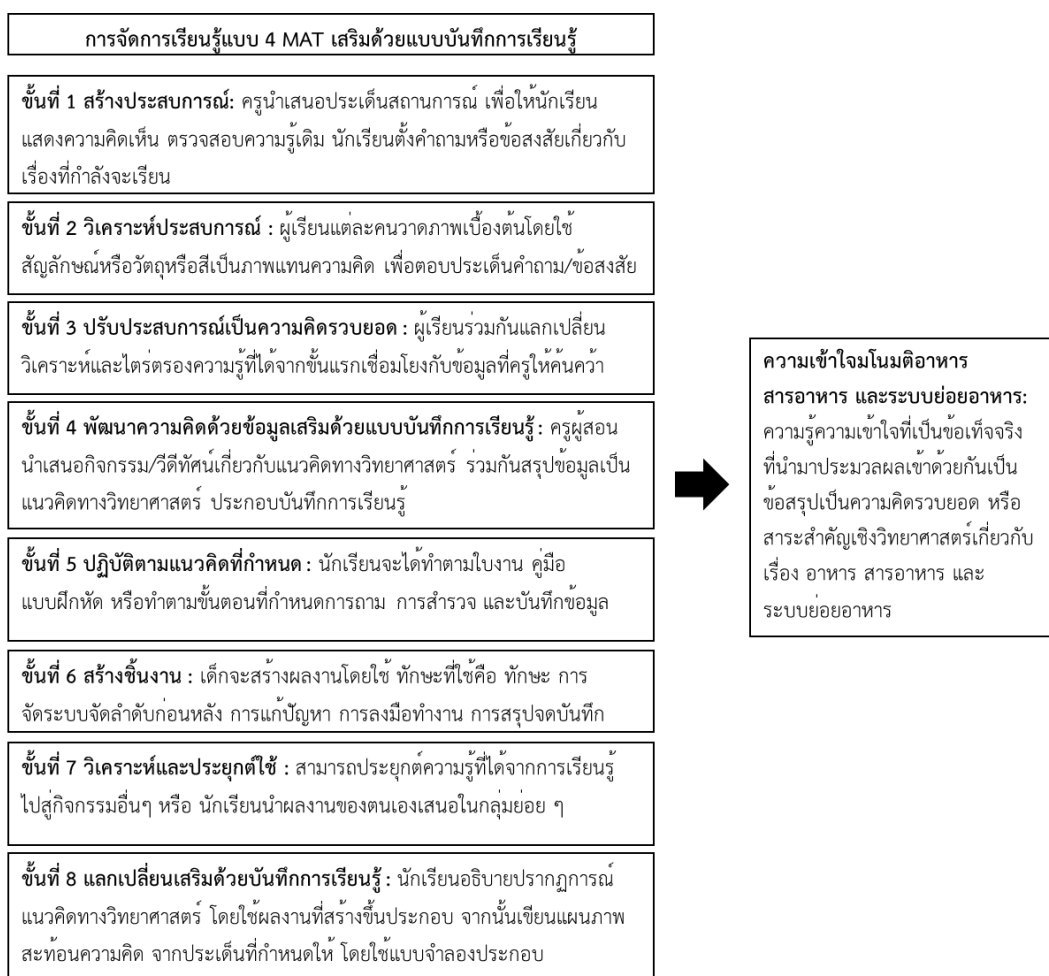
จากการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโภชนาการ สารอาหารและระบบย่อยอาหาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแบบที่ตนเองถนัด เกิดความเข้าใจสามารถสร้างผลงานเป็นความคิดของตนเองและพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ โดยผู้วิจัยได้เริ่มต้นดำเนินการจัดกิจกรรมในส่วนที่ 1 ผู้เรียนแบบที่ 1 (Imaginative Learners) เรียนรู้จากประสบการณ์และจากการเฝ้าสังเกต โดยการกระตุ้นให้นักเรียนคิดหรือจินตนาการในเรื่องที่จะเรียนประกอบการให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบ เช่น ให้นักเรียนวาดภาพอาหารที่นักเรียนชอบรับประทาน พร้อมบอกส่วนประกอบของอาหาร จากนั้นให้นักเรียนบอกประโยชน์อาหารที่นักเรียนชอบรับประทานว่ามีอาหารแต่ละชนิดมีประโยชน์อย่างไรบ้าง ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะทราบถึงความเข้าใจโน้มนัสที่คลาดเคลื่อนหรือไม่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ทำให้ในส่วนที่ 2 ผู้เรียนแบบที่ 2 (Analytic Learners) เรียนรู้จากการสังเกตแล้วนำไปสู่ความคิดรวบยอด เป็นการปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดของนักเรียน นักเรียนจะได้ลงมือทำกิจกรรมเพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้เป็นความคิดรวบยอด เช่น ครูผู้สอนให้นักเรียนดู VDO เรื่อง อาหารและสารอาหาร พร้อมบันทึกสรุปการเรียนรู้จาก VDO จะสังเกตได้ว่าในช่วงนี้นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้นกับการดู VDO และสนทนากันว่าเมื่อช่วงแรกที่ครูผู้สอนถามคำถาม ตัวเองเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่คลาดเคลื่อนอย่างไร หลังจากกิจกรรมครูผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายและสรุปองค์ความรู้กลายเป็นองค์ความรู้หรือความเข้าใจโน้มนัสที่ชัดเจนไม่คลาดเคลื่อน ในส่วนที่ 3 ผู้เรียนแบบที่ 3 (Commonsense Learners) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากความคิดรวบยอดไปสู่การปฏิบัติซึ่งจะสะท้อนถึงระดับความเข้าใจของผู้เรียนแบบนี้ ผู้เรียนมีคำถามว่า “อย่างไร” (How does it work?) ดังนั้นการจัดสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ให้มีความพร้อมเพื่อการทดลองหรือลงมือปฏิบัติจึงจำเป็นสำหรับผู้เรียนแบบนี้โดยครูทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยให้คำปรึกษาเท่านั้น ครูผู้สอนได้ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเพื่อทบทวนแนวคิดของตนเองอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าความเข้าใจโน้มนัสของนักเรียนไม่คลาดเคลื่อน และส่งเสริมจินตนาการโดยให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อส่งเสริมจินตนาการสมองซีกขวาของนักเรียน เช่น ให้นักเรียนจัดทำเมนูสุขภาพของตนเอง “กินอย่างไรให้ได้สารอาหารครบถ้วนและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ในขั้นนี้จะสังเกตได้ว่านักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการออกแบบชิ้นงานของตนเอง เพื่อให้ได้คะแนนและรางวัลที่ครูผู้สอนเสริมกำลังใจไว้ ส่วนที่ 4 ผู้เรียนแบบที่ 4 (Dynamic Learner) เรียนจากการลงมือปฏิบัติซึ่งจะเป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมต่อไปเป็นการท้าทายความสามารถในการใช้ วิชาความรู้ที่สะสมมาค่าที่อยู่ในใจของผู้เรียนแบบนี้คือ “ถ้า...” (if) “จะนำไปใช้อย่างไร” “แล้วจะเกิดอะไรขึ้นอีก” ผู้เรียนแบบนี้จะสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง (Self-discovery method) ซึ่งครูอาจจะเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียนด้วยก็ไม่แปลก ส่วนสุดท้ายเป็นส่วนที่ประเมินว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้นำเสนอชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้หน้าชั้นเรียนเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถประเมินได้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความเข้าใจโน้มนัสถูกต้องหรือไม่อย่างไร จะสังเกตได้ว่านักเรียนเกิดความภูมิใจเมื่อได้นำเสนอผลงานของตนเองให้เพื่อน ๆ ได้ทราบหน้าชั้นเรียน และยอมรับการอภิปรายจากเพื่อน ๆ จากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นทำให้ทราบได้ว่าจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจโน้มนัสอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น และท้ายสุดครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเขียนบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้จัดให้ สะท้อนให้

เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจโมเดลอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหารเชิงบวก มีเจตคติต่อการดูแลการกินอาหารให้มีประโยชน์ ไม่เลือกรับประทานเฉพาะอาหารที่ตนเองชอบ และนักเรียนส่วนมากบอกว่าอยากให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมในลักษณะนี้อีก ชอบ สนุกมาก และได้ความรู้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงทำให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ มีความเข้าใจโมเดลอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

7. องค์ความรู้ใหม่

การเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกผลการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการพัฒนามองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแบบที่ตนเองถนัดเกิดความเข้าใจสามารถสร้างผลงานเป็นความคิดของตนเองและพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ซึ่งในขั้นตอนที่ 8 เสริมด้วยแบบบันทึกผลการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกที่ผู้เรียนเขียนบันทึกองค์ความรู้และความรู้สึกที่ได้จากการเรียนรู้ เพื่อความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกผลการเรียนรู้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

8.1.1 ผู้บริหารหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องความนโยบายในการนำผลที่ได้จากการวิจัยเรื่อง การเรียนรู้แบบ 4 MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ ต่อความเข้าใจโมเดลอาหาร สารอาหาร และระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างต่อเนื่อง

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ปฏิบัติ

8.2.1 ในการนำแผนการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อน โดยเฉพาะ 1) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียน 4 แบบ และเน้นกิจกรรมที่ส่งเสริมสมองซีกซ้ายและซีกขวาไปพร้อมๆ กัน และ 2) การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรแนะนำให้นักเรียนว่า จะต้องเขียนบันทึกเกี่ยวกับอะไรบ้าง และให้นักเรียนฝึกเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้

8.2.2 ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ดูแลให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียน และควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ กระตุ้นและให้กำลังใจเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

8.2.3 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมตามระดับความสามารถของนักเรียน แต่ไม่ควรมากเกินไปอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

8.2.4 ควรมีการสะท้อนผลของกิจกรรมทุกครั้งว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง และครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างไร และควรปรับปรุงอย่างไร เพื่อการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

8.3.1 ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เสริมด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ ความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้อื่นๆ และระดับชั้นอื่น

8.3.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการเขียนสรุปความ การนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

9. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2545). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545**. กรุงเทพมหานคร : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- จิราภรณ์ วงษ์เกิด. (2559). **เทคนิคการใช้บันทึกการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอน**. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2565. จาก <https://sola.pr.kmutt.ac.th/homesola/index.php/user/mrs-jiraporn-wongkerd/>

- ธีรชัย ปุณณโชติ. (2540). การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์: คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจียร พานิช. (2544). 4 MAT: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน. กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- นรินทร์ สังข์รักษา และ สวรรยา ธรรมอภิพล. (2563). การสะท้อนการเรียนรู้: มุมมองการสร้างองค์ความรู้ในงานวิจัย. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 12(2). 1–15.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มม้น. (2543). วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : เอสอาร์พรินต์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Costu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instruction Science*. 40(1). 47–67.
- Kose, S. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal*. 3(2008). 283-293.
- Morris, S and McCarthy, B. (1990). 4 MAT in action simple lesson plans for use with the 4 MAT system. Barsington : Excel Inc.
- Morris, S and McCarthy, B. (2000). About teaching 4 MAT in the classroom. Wauconda, IL: about learning Inc.
- Sungrugsa, N. and Others. (2015). The Report of Research and Development for Empowerment Support in Continually Self-development of Teacher for Routine to Classroom Action Research with Creativity Academic Quality and Professional Career Path. Bangkok : Thailand Science Research and Innovation.

10. คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์จิรา จุมพลหล้า อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.บุญเลี้ยง จอดนอก และ รองศาสตราจารย์ ดร.พัทธวัน นาใจแก้ว ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.คณิศร ตันสินนท์ คุณครูพูลทรัพย์ โพธิ์สุ และคุณครูธัญญา รัตนเพิ่มพูนสุข ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครูโรงเรียนบ้านนาทม ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา