

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมทักษะการคิด
วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of 4MAT Teaching Approach to Promote
Analytical Thinking skills of Mathayom 4 Students

มาริษา แสงปาก

Marisa Saengpak

จิตรภรณ์ วงศ์คำจันทร์

Jitraporn Wongkamjan

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์

Channarong Wisetsat

คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

Faculty of Education and Human Development Roi Et Rajabhat University

E-mail: Saengpak06@gmail.com

(Received: July 5, 2024/ Revisec: December 30, 2024/ Accepted: December 27, 2024)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโพชนทองพัฒนวิทยา ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent sample t - test analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.14/76.34 สูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้
- 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT; ทักษะการคิดวิเคราะห์; นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



Abstract

This research article the objectives are 1) to study the effectiveness of the 4 MAT learning management plan according to the 75/75 criteria for Mathayom 4 students 2) to compare academic analytical thinking skills. Before class and after class using the 4 MAT learning management model for Mathayom 4 students, the sample group used in the research. There are 44 students in Mathayom 4, semester 2 academic year 2020, Phon Thong Phatthana Wittaya School. Derived from Cluster Random Sampling. The tools used include 1) 4MAT Learning management plans. Quantity: 6 plans. 2) Analytical thinking skills test Data analysis used percentage (%), Mean, Standard Deviation and Dependent sample t-test analysis.

The research results found that

1) Efficiency: Development of 4 MAT learning management to promote analytical thinking skills of Mathayom 4 students has an efficiency value (E_1/E_2) equal to 76.14/76.34 higher than the specified efficiency criteria.

2) Learning management using 4 MAT learning management for Mathayom 4 students. It was found that students' analytical thinking skill scores after learning were higher than before learning, with a statistical significance of .05

Keywords: 4MAT Learning management; Analytical Thinking; Mathayom 4 students

1. บทนำ

กระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิดการจัดการการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุก



สถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนา ผู้เรียนตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 14)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน เป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้ วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1-2)

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญร่วมกับวิทยาศาสตร์ แขนงอื่น ๆ เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์โดยตรง ไม่ว่าจะเรื่องของสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีทางชีวภาพ การเกษตร อุตสาหกรรม หรือแม้แต่ด้านการสาธารณสุข อาจกล่าวได้ว่าการเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยาก็เหมือนได้เข้าใจตนเอง เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบข้าง และยังสามารเข้าใจและปรับตัวกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งถือได้ว่าวิชาชีววิทยามี บทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน แต่เนื่องจากวิชาชีววิทยา มีเนื้อหาครอบคลุมทุกอย่างที่ เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต จึงทำให้เนื้อหา มีความซับซ้อน และยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่จึงมักจะเรียนโดยผ่านการท่องจำเสมอมา และแน่นอนว่าการท่องจำโดยปราศจากความเข้าใจ ย่อมทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เหล่านั้นมาปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้เลยเพราะแท้จริงแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจ มีทักษะ มีการพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ เพื่อให้มีความตระหนักถึงความสัมพันธ์ ระหว่างชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และมวลมนุษย์ และเพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาชีววิทยาไป ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2554: 1)

ในการพัฒนาสมองของผู้เรียนให้ใช้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ผ่านการจัดการเรียนการสอนนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมองทั้งสองข้างอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ (ทีศนา เขมมณี, 2556: 262) และแน่นอนว่า ประสบการณ์ที่ครูผู้สอนจัดให้แก่ผู้เรียนซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่จะต้องสอดคล้องกับความสนใจ พัฒนาการช่วงวัย สไตล์การเรียนรู้ ประสบการณ์เดิม และความพร้อมทางการเรียน เป็นต้น จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องปรับสภาพทางกายภาพเหล่านั้นให้เหมาะสมกับนักเรียน และจัดการ เรียนการสอนให้หลากหลายสอดคล้องกับความถนัดของนักเรียน จึงเป็นที่มาของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT โดย Bernice McCarthy ได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนจาก แนวคิด



ของ David Kolb โดยสามารถจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองการเรียนรู้ของนักเรียนทั้ง 4 แบบ ได้แก่ นักเรียนที่ถนัดจินตนาการ นักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ นักเรียนที่ถนัดการลงมือทำและ นักเรียนที่ถนัดในการประยุกต์ใช้ (เฮียร์ พานิช, 2544: 26-30) ซึ่งผู้สอนจะต้องเป็นผู้คอยสนับสนุนชี้แนะอย่างเหมาะสม และต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและทักษะต่าง ๆ ผ่านจินตนาการ การทดลองลงมือปฏิบัติ อภิปรายและสะท้อนคิดได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้อย่างยาวนาน และเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ตั้งนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นี้ จะต้องมุ่งพัฒนาทั้งความรู้และ ทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของนักเรียน (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2558: 7) และแน่นอนว่า ประสบการณ์ที่ครูผู้สอนจัดให้แก่ นักเรียน ซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่จะต้องสอดคล้องกับความสนใจ พัฒนาการช่วงวัย สไตล์การเรียนรู้ ประสบการณ์เดิม และความพร้อมทางการเรียน เป็นต้น จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องปรับสภาพทางกายภาพเหล่านั้นให้เหมาะสมกับนักเรียน และจัดการ เรียนการสอนให้หลากหลายสอดคล้องกับความถนัดของนักเรียน จึงเป็นที่มาของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT โดย Bernice McCarthy ได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนจากแนวคิดของ David Kolb โดยสามารถจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองการเรียนรู้ของนักเรียนทั้ง 4 แบบ ได้แก่ นักเรียนที่ถนัดจินตนาการ นักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ นักเรียนที่ถนัดการลงมือทำและ นักเรียนที่ถนัดในการประยุกต์ใช้ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2558: 12)

ดังนั้นการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่จะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานความรู้ จึงเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (มนตรี วงษ์สะพาน, 2556: 125-139) วิชาชีววิทยามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม หรือเรียกได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านโภชนาการ การเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ วิชาชีววิทยา จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา ดังนั้นจึงต้องเรียนหรือรู้เกี่ยวกับชีววิทยาเพื่อเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตจนสามารถ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และสิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ร่วมกันได้

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างปีการศึกษา 2560–2562 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แยกเป็นรายปีการศึกษาดังนี้ ปีการศึกษา 2560 นักเรียน 285 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 56.41 (โพนทองพัฒนาวิทยา, 2560) ปีการศึกษา 2561 นักเรียน 298 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 22.14 (โพนทองพัฒนาวิทยา, 2561) และการศึกษา 2562 นักเรียน 324 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 27.45 (โพนทองพัฒนาวิทยา, 2562) และจากการสำรวจสภาพปัญหา ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนโรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอบถาม



จากครูประจำวิชาและครูที่เคยสอนในรายวิชาดังกล่าว รวมทั้งนักเรียนที่เรียนในรายวิชานี้ พบว่าหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ การโคลนยีน เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนและมีเนื้อหาที่ต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการเรียน จากการศึกษาปัญหาขั้นตอนการเรียนส่วนใหญ่เป็นขั้นตอนที่มีการประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการฟังบรรยายจากครูโดยใช้แบบเรียนเป็นสื่อประกอบ และการทำใบงานหลังการฟังบรรยาย พบว่า นักเรียนยังเน้นการเรียนแบบท่องจำ ซึ่งไม่ได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เข้ามาช่วย จึงทำให้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในการเรียนในรายวิชานี้ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เกี่ยวข้องกับกระบวนการระดับต่าง ๆ ในเซลล์ที่ผู้เรียนมองไม่เห็น เช่น โพรตีน ยีน โครโมโซม ด้วยเหตุนี้พันธุศาสตร์จึงกลายเป็นเรื่องนามธรรมและผู้เรียนมองว่าเป็นเรื่องยากในการทำความเข้าใจ นักเรียนจึงเรียนรู้ด้วยการท่องจำมากกว่าการคิด จึงควรต่อการนำมาปรับปรุงทางการเรียนการสอน สนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังที่ (ทิตินา แคมณี, 2544 : 40) ได้กล่าวว่า เด็กไทยนั้นไม่เก่งเรื่องการคิด การใช้เหตุผลการสอนให้ได้ผลดีนั้นต้องให้ผู้เรียนมีประสบการณ์โดยตรงกับกระบวนการคิด โดยการสอนให้เกิดทักษะการคิดต้องเป็นการสอนแบบเปิดโอกาสให้อภิปรายโดยใช้คำถามที่แยบยลแต่ไม่ยากเกินไป

จากสภาพการณ์ข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหาแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพนทองพัฒนาวินิตา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ สนใจ ใฝ่เรียนรู้ มีความกระตือรือร้น ในการพัฒนาสมองของผู้เรียนให้ใช้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ผ่านการจัดการเรียนการสอนนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT



3. วิธีดำเนินการวิจัย

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1) ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพหนองพัฒนาวิทยา แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 335 คน

1.2) กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้การวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพหนองพัฒนาวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 44 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

2) ตัวแปรในการศึกษา ได้แก่

2.1) ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

2.2) ตัวแปรตาม คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.3) เนื้อหาการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระชีววิทยา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งอยู่ในรายวิชาชีววิทยา2 รหัสวิชา ว30242 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้สอน 12 ชั่วโมง

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.1.1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา2 เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง

3.1.2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 33 ข้อ แบ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 30 ข้อ และแบบอัตนัย 3 ข้อ

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1) ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ แลวเก็บข้อมูลไว้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ

4.2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 6 แผน เวลา 12 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะเก็บคะแนนเพื่อนำมาหาค่า



ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมและทำใบงาน โดยกิจกรรมขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.3) ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนแล้วเก็บข้อมูลไว้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ

4.4) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อน และหลังเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

5.2) วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยวิธีการทางสถิติคือค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent sample t - test analysis) คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

4. ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากการทำกิจกรรมประจำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แผนการจัดการเรียนรู้	N	คะแนนจากการทำกิจกรรม	
		คะแนนเต็ม	คะแนนรวม
1	44	24	924
2	44	24	958
3	44	24	960
4	44	24	968
5	44	49	1322
6	44	49	1367
รวม		194	6499



คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	147.70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	9.61
ร้อยละค่าเฉลี่ย	76.14

ประสิทธิภาพของกระบวนการแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (E_1) เท่ากับร้อยละ 76.14

จากตาราง 1 พบว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำกิจกรรมประจำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 147.70 คิดเป็นร้อยละ 76.14 ประสิทธิภาพของกระบวนการแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (E_1) เท่ากับร้อยละ 76.14

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย และร้อยละของคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

คะแนนที่นักเรียนสอบได้จาก คะแนนเต็ม 39 คะแนน	จำนวนนักเรียนที่สอบได้	คะแนนรวมของนักเรียนที่สอบ ได้จำแนกตามคะแนน
37	1	37
36	1	36
33	2	66
32	3	96
31	6	186
30	10	300
29	9	261
28	4	112
27	8	216
รวม	44	1310

คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	29.77
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	2.24
ร้อยละค่าเฉลี่ย	76.34

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (E_2) เท่ากับร้อยละ 76.34



จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าเท่ากับ 29.77 คิดเป็นร้อยละ 76.34 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT (E_2) เท่ากับร้อยละ 76.34

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ 4 MAT ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

คะแนน	จำนวน นักเรียน (n)	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)	44	194	147.70	9.61	76.14
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)	44	39	29.77	2.24	76.34
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (E_1 / E_2) = 76.14/76.34					

จากตาราง 3 พบว่า 1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ 4 MAT เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) มีค่าเท่ากับ 76.14/76.34 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 2. การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

ตาราง 4 เปรียบเทียบแต่ละด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทักษะการ คิดวิเคราะห์ แต่ละด้าน	คะแนน ทักษะ การคิด วิเคราะห์	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
การวิเคราะห์ ความสำคัญ	ก่อน	4.95	1.22	21.21	.000
	เรียน หลังเรียน	9.17	1.87		
การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	ก่อน	5.81	1.32	20.46	.000
	เรียน หลังเรียน	9.50	1.47		



การวิเคราะห์	ก่อน	5.58	1.28		
ค ว า ม	เรียน	11.10	1.20	24.00	.000
หลักการ	หลังเรียน				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 เปรียบเทียบแต่ละด้านของทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่า การคิดวิเคราะห์ความสำคัญมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การคิดวิเคราะห์ที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านการวิเคราะห์ ความหลักการ ($X=11.10$, $S.D.=1.20$) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ($X=9.50$, $S.D.=1.47$) และด้านการ วิเคราะห์ความสำคัญ ($X=9.17$, $S.D.= 1.87$) ตามลำดับ

ตาราง 5 เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

คะแนนทักษะ การคิดวิเคราะห์	จำนวน นักเรียน (n)	คะแนน เต็ม	\bar{x}	S.D.	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	44	39	16.34	2.82	32.63	.000
หลังเรียน	44	39	29.77	2.24		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. อภิปรายผล

จากการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่า ประสิทธิภาพเท่ากับ 76.14/76.34 ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้คะแนนจากการทำใบงาน มีคะแนนเฉลี่ย 76.14 และคะแนนหลังจัดกิจกรรมได้ จากการให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ วิชาชีววิทยา2 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีคะแนนเฉลี่ย



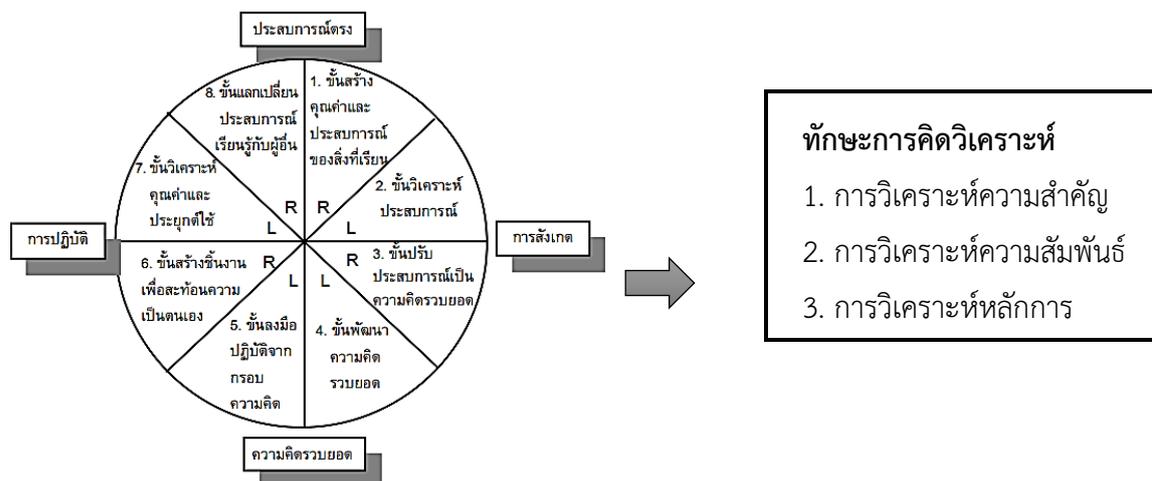
76.34 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 เป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นกระบวนการเรียนการสอน ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ในเรื่องรูปแบบ การเรียนรู้โดยจัดแบ่งช่วงเวลาการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน ในแต่ละเรื่อง เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (กิตติยา เกษลิ, 2562) อีกทั้งผู้วิจัยได้ศึกษาการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (ทีศนา แชมมณี, 2553) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบกับรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ได้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้น โดยเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายและเป็นไปอย่างเป็นธรรมชาติจากความรู้สึกไปถึงความคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายสู่การกระทำ ครูไม่ต้องแบ่งผู้เรียนเป็นแบบต่าง ๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ภักพล พงษ์พรหม, 2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์เรื่องอาหารและสารอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.37/79.29 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์เรื่องอาหารและสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6233 3) นักเรียนที่เรียนรู้โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ประกอบผังมโนทัศน์เรื่องอาหารและสารอาหารมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (อุษา วงษาสม และทัศนีย์ บุญเต็ม, 2553) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 10.02 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.00 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 24.40 คิดเป็นร้อยละ 81.33 คะแนนความคิดวิเคราะห์สูงขึ้น โดยก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.73 คะแนนจากคะแนนเต็ม 45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.85 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 39.97 คิดเป็นร้อยละ 82.15 และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.73 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 38.40 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับ (นุรมา อาลี, 2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



6. องค์ความรู้ที่ได้รับ

วิธีการสอนแบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 แบบ ครูและนักเรียนจะดำเนินกิจกรรมร่วมกันจนครบ 8 ขั้นตอน ของกิจกรรมที่เน้นการใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล มีการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายและยืดหยุ่น เหมาะสมกับนักเรียนทุกแบบ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข โดยได้เรียนรู้จากการสังเกต ประสบการณ์จริง มีการคิดวิเคราะห์ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และประยุกต์เป็นแนวคิดที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้ดียิ่งขึ้น แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 1 องค์ความรู้ที่ได้รับ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่มีขั้นตอนการสอนละเอียดครบทุกองค์ประกอบโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและผ่านการทดลองใช้สอนแล้วพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ ดังนั้นควรนำไปใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาต่อไป

2) การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ควรกำหนดการสอนจากสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เพิ่มชั่วโมงการสอนเป็นสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามแผนการสอนได้ครบและทันตามเวลาที่กำหนดไว้



3) การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจึงควรที่จะเอาใจใส่นักเรียน สร้างบรรยากาศในห้องเรียน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการถามคำถาม และแลกเปลี่ยนเรียน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

1) ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ควรจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านเทคโนโลยี เป็นต้น

2) ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ไปประยุกต์ใช้กับนักเรียนวิชาอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลวรรณ ทับโต. (2561). *การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7E เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2546). *4 MAT การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ของผู้เรียน*. ราชบุรี: โรงพิมพ์ธรรมรักษ์การพิมพ์.

กิตติยา เกษลี. (2562). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบต่างๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ชนาธิป พรกุล. (2557). *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แคมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

_____. (2553). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2556). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ด้านสุขภาพการพิมพ์.



- เจียร พานิช. (2544). 4 MAT การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- นุรมา อาลี. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัคพล พงษ์พรหม. (2552). ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร และสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2556). การยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการคิดวิเคราะห์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 13(2), 125-139.
- โรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา. (2561). แบบรายงานผลประเมินวิชาการโรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา. ร้อยเอ็ด: โรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสศ.ลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม. ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อุษา วงษาสม และทัศนีย์ บุญเต็ม. (2553). ผลการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT เรื่องระบบในร่างกาย สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาษาอังกฤษ

- Ali N. (2015). *Effects of 4 MAT learning management on academic achievement. persistence in learning and satisfaction with learning management of Mathayom 6 students.* Master's degree, Department of Science and Mathematics Teaching. Faculty of Education Department of Education Prince of Songkla University.



- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). *Teacher's Manual for the Additional Biology Subject, Volume 2, Mathayomsuksa 4-6*. Bangkok: SKSC Printing House, Lat Phrao.
- Kasali K. (2019). *Development of analytical thinking of Mathayom 2 students by using 4 MAT learning management together with using concept maps on various systems in the human and animal bodies*. Master of Education Thesis Science teaching field Sakon Nakhon Rajabhat University.
- Khaemmanee T. (2001). *Cognitive science*. Bangkok: The Master Group Management.
- _____. (2010). *Teaching science: knowledge for organizing an effective learning process*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- _____. (2013). *The science of teaching knowledge for managing the learning process*. Efficient. 16th printing. Bangkok: Dan Suttha Printing Press.
- Ministry of Education. (2002). *National Education Act B.E. 2542, amended (No. 2) B.E. 2002*. Bangkok: Freight Forwarding and Parcel Organization Printing House.
- _____. (2017). *Indicators and core curriculum for the science and technology learning group (revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum 2008. (revised edition 2017)*. Bangkok: Agricultural Cooperatives Association. of Thailand Company Limited.
- Nuengchalerm P. (2015). *Learning science in the 21st century*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Office of the National Education Commission. (1999). *National Education Act 1999 and amendments. 2nd edition, 2002*. Bangkok: Teachers' Council of Ladprao Printing House.
- Office of Academic Studies and Educational Standards. (2008). *Guidelines for curriculum management according to the curriculum. Basic Education Core, 2008*. Bangkok: Agricultural Cooperatives Association of Thailand.
- Pongphrom P. (2009). *Results of organizing 4 MAT learning activities with concept maps for the science subject group on food and nutrients, 4th grade*. Master of Education, Department of Educational Administration. Mahasarakham University.
- Phanich T. (2001). *4 MAT organizing teaching and learning activities in accordance with the learning nature of students*. 4th printing. Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation.



- Phon Thong Phatthana Wittaya School. (2018). *Academic evaluation report form of Phon Thong Phatthana Wittaya School*. Roi Et: Phon Thong Phatthana Wittaya School.
- Pornkul C. (2014). *Teaching thought processes: theory and application*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Suthasinobon K. (2003). *4 MAT organizing the learning process to develop human potential. Learner's integrity*. Ratchaburi: Thammarak Printing House.
- Thapto K. (2018). *Learning management using the 7E inquiry cycle to develop thinking skills. Analysis in science subjects For Grade 3 students*. Master of Education Thesis. Major: Curriculum and Teaching Innovation Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Wongsasom U. and Bunterm T. (2010). *Learning results according to the 4 MAT learning cycle on body systems. For students Mathayom 2*. Master's degree thesis Department of Curriculum and Instruction. Khon Kaen University.
- Wongsaphan M. (2013). Improving student learning through analytical thinking processes. *Journal of Education, Thaksin University*. 13(2), 125-139.