

# Development of Conceptual Understanding on Reproductive System and Development Using Constructivist Approach for 11<sup>th</sup> Grade Students

**Suthasinee Nantawong**

M.Ed. (Education of Teaching Science, Mathematics and Computer), Master's Student  
Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

**Poonsuk Udom**

Ed.D. (Science Education), Associate Professor  
Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

**Arunrut Vanichanon**

Ph.D. Plant Science (Plant Genetics), Lecturer  
Department of Basic Science and Mathematics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla

---

Received: January 27, 2020/ Revised: May 28, 2020/ Accepted: June 5, 2020

## Abstract

The purposes of this classroom action research were 1) to study best practice on learning management using a Constructivist approach to enhance conceptual understanding; 2) to study conceptual understanding on reproductive system and development, and 3) to compare the conceptual understanding before and after learning. The participants were twenty-four 11th-grade students from a classroom selected by purposive sampling. The research instruments consisted of the Constructivist approach lesson plans, reflecting journals, and conceptual understanding test. The data were analyzed by using content analysis, basic statistic, and T-test. The results found that 1) The best practices on learning management according to the Constructivist approach which encouraged students to understand reproductive system and development should review concepts of cell division, using challenging and relevant situations in daily life and giving students the opportunity to argue and draw conclusions. 2) After receiving learning management according to the constructivist approach, the average number of students in the group with complete and sound understanding was 43.8%. Which was closed to the group of specific mis- and no understanding at 43.5%, while the others 12.7% were in the group of partial understanding with specific misconception and 3) students had a higher level of conceptual understanding after learning than before at the .05 level of significance.

**Keywords:** Classroom Action Research, Constructivist Approach, Conceptual Understanding, Reproductive System and Development

# การพัฒนาความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโต โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**สุธาสิทธิ์ นันทพงษ์**

กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์), นิสิตปริญญาโท  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

**พูนสุข อุดม**

กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), รองศาสตราจารย์  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

**อรุณรัศมี วณิชชานนท์**

ปร.ด. (พลศึกษา), อาจารย์  
สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

วันรับบทความ : 27 มกราคม 2563/ วันแก้ไขบทความ : 28 พฤษภาคม 2563/ วันตอบรับบทความ : 5 มิถุนายน 2563

## บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต 2) ศึกษาความเข้าใจโมเดลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และ 3) เปรียบเทียบความเข้าใจโมเดลก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนหนึ่งห้องเรียน มีจำนวน 24 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบวัดความเข้าใจ โมเดล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ จัดกลุ่ม หาค่าร้อยละ และทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจโมเดลเรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ได้แก่ การทบทวนโมเดล เรื่อง การแบ่งเซลล์ การใช้สถานการณ์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โต้แย้งและหาข้อสรุปร่วมกัน 2) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จำนวนนักเรียนเฉลี่ยในกลุ่มที่มีความเข้าใจโมเดลที่สมบูรณ์และถูกต้อง คือ ร้อยละ 43.8 ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนและไม่มีความเข้าใจโมเดล คือ ร้อยละ 43.5 ส่วนอีกร้อยละ 12.7 อยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความเข้าใจโมเดลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน, การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์, ความเข้าใจโมเดล  
ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต, ชีววิทยา

## บทนำ

หนทางหนึ่งของการนำพาประเทศไทยไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว คือ การเปลี่ยนจากการเป็นผู้บริโภคเทคโนโลยีมาสู่การเป็นผู้สร้างสรรค์เทคโนโลยีเป็นของตนเอง และการจะสร้างเทคโนโลยีได้นั้นจะต้องมีฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอผนวกกับความคิดสร้างสรรค์ที่จะแปลความรู้ที่เป็นเทคโนโลยี ด้วยเหตุนี้ ประเทศไทยจึงต้องยกระดับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปต่อยอดประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมแปลกใหม่ที่แตกต่างและมีคุณค่าต่อตนเองและสังคมบนพื้นฐานของสิ่งที่มีอยู่ได้ (สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ [สอวช.], 2561) การสอนให้เกิดความเข้าใจโมโนติ (Conceptual understanding) จึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะความเข้าใจโมโนตินั้นสามารถถ่ายโอนได้ (Transferable) (Stern, Ferraro & Mohnkern, 2017) กล่าวคือ นักเรียนสามารถจัดการกับข้อมูลความรู้ต่าง ๆ สร้างเป็นโครงข่ายมโนติ (Conceptual network) ที่จำเพาะและมีค่า เกิดเป็นความคิดอย่างผู้เชี่ยวชาญที่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์และจุดสำคัญของเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำมโนติไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงมโนติหนึ่งไปสู่ความเข้าใจในมโนติที่เกี่ยวข้องและซับซ้อนได้ การจัดการเรียนรู้จึงไม่ควรมีเป้าหมายเพียงแค่นักเรียนได้จดจำในสิ่งที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว แต่จะต้องให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนและสามารถสรุปรวม (Generalization) เชื่อมโยงกับสิ่งอื่น ๆ จนท้ายที่สุดนำไปสู่การสร้างสรค่นวัตกรรมต่าง ๆ ได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล, 2562)

วิชาชีววิทยาเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เนื้อหาส่วนใหญ่แม้จะเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง แต่ยังพบว่าเป็นเรื่องยากแก่นักเรียนในการทำ ความเข้าใจ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากผู้สอนเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายที่สามารถสอนได้ครอบคลุมทุกบทเรียนตามที่หลักสูตรกำหนดภายใต้เวลาอันจำกัด (Koba & Tweed, 2009) และอีกประเด็น คือ มโนติเดิม

ของนักเรียน (Preconception) ที่ไม่ตรงกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) เมื่อได้รับการสอนในลักษณะที่ไม่กระตุ้นให้เผชิญปัญหาที่ขัดแย้งกับความเชื่อเดิม เป็นผลให้นักเรียนสร้างมโนติที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ได้ (National Research Council, 1997) จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียนของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือดี มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และพยายามตอบคำถามในชั้นเรียน อย่างไรก็ตามนักเรียนยังไม่สามารถทำข้อสอบวัดผลซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ความรู้ได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความท้อแท้ในการเรียน จึงมีคำถามเกิดขึ้นว่า ผู้วิจัยจะจัดการเรียนรู้ได้อย่างไรที่ช่วยให้นักเรียนสร้างมโนติที่ถูกต้องและฝึกให้นักเรียนได้นำมโนติที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดความเข้าใจโมโนติมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตเป็นบทเรียนที่นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื้อหาส่วนใหญ่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยตรง โดยเฉพาะในเรื่อง การวางแผนครอบครัวและการดูแลสุขภาพทางเพศ (Yip, 1998) ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนชีววิทยาและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า นักเรียนยังคงไม่เข้าใจเรื่องดังกล่าวในหลายประเด็น ได้แก่ ไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Lukša, Radanoviš, Garašiš, & Periš, 2016) และไม่สามารถเชื่อมโยงเวลาของการตกไข่กับภาพเยื่อคุมลูกได้ (Yip, 1998) สอดคล้องกับผลการวิจัยเพื่อทบทวนการเรียนการสอนเพศวิถีศึกษา (Comprehensive Sexuality Education) ในสถานศึกษาไทยรายงานว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประเมินว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคุมกำเนิดและการมีประจำเดือนเป็นอย่างดี แต่จากการทำข้อสอบเกี่ยวกับการมีประจำเดือนกลับพบว่า มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง (ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล, 2016) ปัญหา

เหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยส่วนใหญ่ดำเนินการบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ที่เชื่อว่าก่อนที่จะจัดการเรียนรู้นั้นนักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจบางอย่างเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนอยู่แล้วไม่มากนักน้อย การเรียนรู้สิ่งใหม่จึงขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และการเรียนรู้นั้นเกิดขึ้นได้โดยตัวนักเรียนเองผ่านการสืบค้นด้วยวิธีการต่าง ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและการรับรู้ที่มีความหมาย โดยมีผู้สอนทำหน้าที่ในการจัดประสบการณ์ที่เอื้อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) ซึ่ง Driver และ Oldham (1986) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Orientation phase) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียน 2) ขั้นการล้างความคิด (Elicitation phase) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอความคิดที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน 3) ขั้นการปรับแต่งความคิด (Restructuring phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างความคิดใหม่ผ่านการทดลองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน 4) ขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำความคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อเห็นถึงประโยชน์ของความคิดนั้น และ 5) ขั้นการทบทวน (Review) เป็นขั้นที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นนี้สามารถฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนไปสู่มโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ผ่านการเผชิญกับหลักฐานที่น่าเชื่อถือกว่าหรือจากการได้อภิปรายร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจากงานวิจัยของ พัชร โพชนา, สมศิริ สิงห์หลพ และสพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ (2559) ที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของไคเวอร์และโอล์ดฮาม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางชีววิทยา หลังเรียน

สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Driver และ Oldham จึงสามารถสร้างความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องโดยการให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ขัดแย้งกับความรู้ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้นักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนคติ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้อย่างตรงจุด การดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้วิจัยออกแบบการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ดำเนินการผ่านวงจรการวางแผน การปฏิบัติงาน การสังเกตและการสะท้อนผลอย่างเป็นระบบ ต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยเฉพาะรูปแบบการดำเนินวิจัยของ Kemmis และ Mc Taggart (1988) ที่เมื่อครบวงจรหนึ่งๆ สามารถปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วแก้ไขปัญหาในวงจรถัดไปจนกว่าจะบรรลุผล ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนานักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนคติ เรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ตามรูปแบบของ Driver และ Oldham (1986) ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบแผนของ Kemmis และ Mc Taggart (1988)

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
3. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

### สมมติฐานการวิจัย

1. หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนมีความเข้าใจในโมเดล เรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในโมเดลที่สมบูรณ์และถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความเข้าใจในโมเดล เรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### วิธีการศึกษา

#### กลุ่มตัวอย่างและประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดสตูล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 144 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) มีเกณฑ์การเลือก คือ เป็นห้องเรียนที่มีคะแนนสอบในรายวิชา ภายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช ในภาคเรียนที่ผ่านมาเฉลี่ยรวมน้อยที่สุดจากนักเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่องประเภทของ

การสืบพันธุ์ จำนวน 2 คาบ แผนที่ 2 เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ จำนวน 4 คาบ และแผนที่ 3 เรื่อง การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ จำนวน 2 คาบ รวมเวลาทั้งสิ้น 8 คาบ ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้มีแบบฝึกหัดและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ภายหลังการจัดการเรียนรู้รวมอยู่ด้วย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน พบว่า มีค่าความเหมาะสม (IC) ตั้งแต่ 4.33 - 5.00

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย มีจุดประสงค์เพื่อบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสะท้อนกับครูที่เลี้ยงในชั้นการสะท้อนผล เพื่อแก้ไขปัญหาและนำไปใช้ในวงจรถัดไป

3. แบบวัดความเข้าใจในโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (two - tier multiple choice test) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยที่ให้เขียนเหตุผลจากการเลือกตอบในส่วนที่ 1 มีทั้งหมด 12 ข้อ ข้อละ 4 คะแนนโดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละระดับความเข้าใจในโมเดลที่ปรับปรุงมาจาก Westbrook และ Marek (1991) และ Simpson และ Marek (1988) ดังตาราง 1 จากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจในโมเดลจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับที่ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และจากการทดลองนำร่อง (Try out) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

### ตาราง 1

เกณฑ์การให้คะแนนรูปรีของแบบวัดความเข้าใจในโมเดล

| คะแนนรวม | ระดับความเข้าใจในโมเดล                                       | ส่วนที่ 1            | ส่วนที่ 2 เหตุผล                                           |
|----------|--------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
| 4 คะแนน  | ความเข้าใจในโมเดลที่สมบูรณ์<br>(Complete understanding : CU) | ถูกต้อง<br>(1 คะแนน) | ถูกต้องและครบทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง (3 คะแนน)             |
| 3 คะแนน  | ความเข้าใจในโมเดลที่ถูกต้อง<br>(Sound understanding : SU)    | ถูกต้อง<br>(1 คะแนน) | ถูกต้องแต่อธิบายได้ไม่ครบทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง (2 คะแนน) |

ตาราง 1 (ต่อ)

| คะแนนรวม | ระดับความเข้าใจโน้มนำ                                                                             | ส่วนที่ 1            | ส่วนที่ 2 เหตุผล                                |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| 2 คะแนน  | ความเข้าใจโน้มนำที่คลาดเคลื่อนบางส่วน<br>(Partial understanding with specific misconception : PM) | ถูกต้อง<br>(1 คะแนน) | ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน<br>(1คะแนน)         |
| 1 คะแนน  | ความเข้าใจโน้มนำที่คลาดเคลื่อน (Specific misconception : SM)                                      | ถูกต้อง<br>(1 คะแนน) | ผิดทั้งหมดหรือไม่เขียน (0 คะแนน)                |
|          |                                                                                                   | ผิด (0 คะแนน)        | ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน<br>(1คะแนน)         |
| 0 คะแนน  | ไม่มีความเข้าใจโน้มนำ<br>(No understanding : NU)                                                  | ผิด (0 คะแนน)        | ไม่เกี่ยวกับคำถาม ทวนคำถามหรือไม่เขียน(0 คะแนน) |

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยดำเนินการวิจัยตามรูปแบบของ Kemmis และ Mc Taggart (1988) ผนวกกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นของ Driver และ Oldham (1986) โดยแบ่งการปฏิบัติการออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

#### ระยะที่ 1 การวางแผน (Planning)

วิเคราะห์สภาพปัญหาและศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหา สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

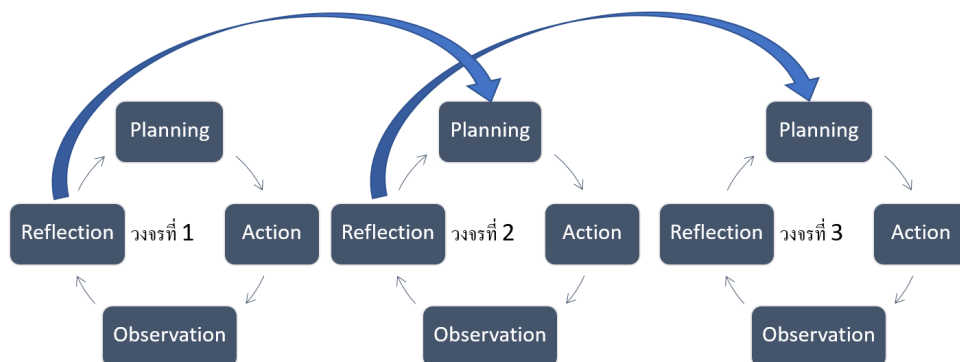
#### ระยะที่ 2 การปฏิบัติและสังเกตการณ์ (Action and Observe) มีขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจโน้มนำ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต

2. ดำเนินการเก็บข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis และ Mc Taggart (1988) มีทั้งหมด 3 วงจร ๆ ละ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 1

#### ภาพประกอบ 1

แผนผังการดำเนินงานตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ



ที่มา: Kemmis และ Mc Taggart (1988)

โดยแต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 การวางแผน (Planning) นำปัญหาที่ต้องการแก้ไขหรือข้อเสนอแนะจากแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ผ่านมา มาปรับใช้และแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

2.2 การปฏิบัติงาน (Action) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน (Orientation phase) 2) ขั้นตอนการล้วงความคิด (Elicitation phase) 3) ขั้นตอนการปรับแต่งความคิด (Restructuring phase) 4) ขั้นตอนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Application phase) 5) ขั้นตอนการทบทวน (Review phase)

ทั้งนี้ สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมได้ตามปัญหาหรือเหตุการณ์ที่กำลังประสบอยู่

2.3 การสังเกต (Observation) สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในระหว่างทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การบันทึกทั้งเสียงและวิดีโอ แล้วนำมาบันทึกลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัย

2.4 การสะท้อนผล (Reflection) นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัยและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน มารายงานสะท้อนผลต่อครูที่เลี้ยง เพื่อหาแนวทางการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากที่สุด และนำจุดเด่นและวิธีการแก้ปัญหาไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

3. ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจในเนื้อหา เรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฉบับเดิม

### ระยะที่ 3 การสะท้อนผล (Reflection)

1. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลแต่ละวงจรมาวิเคราะห์หาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหา

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจในเนื้อหาทั้งก่อนและหลังเรียนโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น จัดกลุ่มนักเรียนตามระดับ

ความเข้าใจในเนื้อหา หาค่าร้อยละ และทดสอบค่าที (t-test)

## ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ผ่านวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจร ดังนี้

### วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ประเภทของการสืบพันธุ์ และแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน

ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยเริ่มจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง พลาณาเรียฆ่าไม่ตาย จากการสังเกตพบว่า นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก จากนั้นในขั้นการล้วงความคิด ผู้วิจัยตั้งคำถามจากวิดีโอที่ค้นข้างต้นว่า “วิธีการหั่นพลาณาเรียออกเป็นท่อน ๆ นั้นจัดเป็นการสืบพันธุ์หรือไม่” นักเรียนบางคนตอบว่า “เป็นค่ะ เพราะทำให้พลาณาเรียเพิ่มจำนวนมากขึ้นค่ะ” จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ชื่อว่า วิธีการดำรงเผ่าพันธุ์เพื่อการอยู่รอด โดยทุกกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์ ดังนี้ 1) ภาพสัตว์ชนิดต่าง ๆ 2) บัตรคำ ซึ่งเป็นวิธีการสืบพันธุ์แบบต่าง ๆ โดยบัตรคำแต่ละใบจะมีช่องว่าง 2 ช่อง เพื่อให้นักเรียนนำภาพสัตว์มาแปะไว้ และ 3) พิวเจอร์บอร์ดที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และกรอบลึงเลใจ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันนำบัตรคำมาแปะลงในพิวเจอร์บอร์ด จากกิจกรรมนี้ พบว่า นักเรียนเกือบทุกกลุ่มสามารถติดบัตรคำและภาพสัตว์ได้เพียงกลุ่มละ 1-2 วิธี ต่อมาในขั้นการปรับแต่งความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการสืบพันธุ์ประเภทต่าง ๆ จากฐานการเรียนรู้ทั้ง 6 ฐานที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ แล้วนำความรู้ที่ได้มาปรับแก้ไขบอร์ดวิธีการสืบพันธุ์

เพื่อการอยู่รอดของแต่ละกลุ่ม จากกิจกรรมฐานการเรียนรู้พบว่า ภายในกลุ่มไม่มีการพูดคุยกัน หรือซักถามใด ๆ อย่างไร้ก็ตาม ทุกกลุ่มสามารถจัดเรียงบัตรคำและภาพสัตว์ต่าง ๆ ที่ให้มาได้ครบถ้วน เมื่อให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน พบว่า มีบางกลุ่มที่ยังความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน จากนั้นในขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง ฉลามหัวค้อน “Virgin birth” มีลูกเองได้ยามขาดแคลนตัวผู้ เนื่องด้วยเวลาจำกัด ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้านแล้วมาเฉลยคำตอบพร้อมกันในคาบเรียนถัดไป จากนั้นในขั้นการทบทวนและประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนความรู้และร่วมกันตอบคำถาม ผ่านการเล่น เกม Jeopardy พบว่า ผู้วิจัยไม่สามารถรับรู้ถึงเหตุผลในการเลือกตอบของนักเรียน เนื่องจากเวลาไม่เพียงพอ

ขั้นการสังเกต พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือและช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี และมีหลายกลุ่มที่มีโมเดลที่ถูกต้องในเรื่องประเภทของการสืบพันธุ์จากการได้อภิปรายร่วมกัน แต่เมื่อพิจารณาคำตอบจากแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนกลับไปทำเป็นการบ้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คัดลอกคำตอบกันมา มีเพียงบางคนที่สามารถอธิบายเหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ในขั้นการทบทวนและประเมินผลผู้วิจัยรับเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้กับนักเรียนรวดเร็วเกินไป

ขั้นการสะท้อนผล ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงได้ร่วมกันหาแนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 โดยผู้วิจัยจะต้องบริหารและกำหนดเวลาในแต่ละขั้นให้ชัดเจนเพื่อให้มีเวลาเหลือสำหรับทำแบบฝึกหัดแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน เพราะเมื่อมีการตอบคำถาม ผู้วิจัยต้องเป็นผู้ถามซ้ำใช้ไล่เรียง (ถามคำถามอย่างต่อเนื่อง) ซึ่งนำไปให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน แทนการอธิบายหรือเฉลยคำตอบทันทีทันใด

## วจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง

ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แผนที่ 2 โดยเริ่มจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของการสืบพันธุ์ของมนุษย์และสัตว์ พบว่า บางกลุ่มสามารถนำความรู้ในแผนที่ 1 มาใช้ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ในขั้นการสร้างความคิด ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคู่สามีภรรยาที่แต่งงานกันมา 3 ปี แล้วแต่ยังไม่สามารถมีบุตรได้ แล้วผู้วิจัยถามนักเรียนถึงสาเหตุและวิธีแก้ปัญหานั้น พบว่า นักเรียนมีความรู้เดิมที่หลากหลาย สังเกตจากคำตอบของนักเรียน ได้แก่ “อาจเกิดจากความผิดปกติของท่อนำไข่” และ “ตกไข่ผิดปกติ” ต่อมาในขั้นการปรับแต่งความคิด ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ปัญหา ดังนี้ 1) ให้สร้างโมเดลโครงสร้างระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิงจากภาพอวัยวะสืบพันธุ์ที่กำหนดให้แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน 2) ศึกษากระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แล้วออกมานำเสนอ จากกิจกรรมนี้พบว่า นักเรียนไม่สามารถสร้างความเข้าใจโมเดลได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในแต่ละระยะอย่างละเอียดก่อน 3) ศึกษากระบวนการเกิดรอบเดือนและการปฏิสนธิโดยใช้ข้อมูลการมาประจำเดือนของภรรยา แล้วคาดการณ์วันตกไข่ในรอบเดือนถัดไป 4) สืบค้นเทคโนโลยีรักษาภาวะมีบุตรยาก โดยให้สถานการณ์เกี่ยวกับความผิดปกติของสามีที่มีปริมาณอสุจिन้อยจึงไม่สามารถมีบุตรโดยวิธีธรรมชาติได้ ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มสืบค้นเทคโนโลยีรักษาภาวะมีบุตรยากกลุ่มละ 1 วิธี แล้วออกมานำเสนอแล้วร่วมกันวิเคราะห์ว่าวิธีการใดเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ให้มามากที่สุด พบว่า นักเรียนกระตือรือร้นในการสืบหาข้อมูล มีการโต้แย้ง อภิปรายและแสดงความคิดเห็นจากทุกกลุ่ม และ 5) นำเข้าสู่วิธีการคุมกำเนิด โดยเล่าผ่านสถานการณ์อีกเช่นกัน แล้วให้นักเรียนสืบค้นแล้วเลือกวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ให้มา จากนั้น

เป็นขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยแจกแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลพร้อมกับเฉลยคำตอบร่วมกันในคาบ พบว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาในการตอบคำถามจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ สุดท้ายเข้าสู่ขั้นการทบทวนและประเมินผล นักเรียนทุกกลุ่มทบทวนและร่วมกันตอบคำถามจากเกม Jeopardy จากกิจกรรมพบว่า นักเรียนตื่นเต้นและมีการระดมความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่มในการตอบคำถามแต่ละข้อ มีการโต้แย้งคำตอบร่วมกันระหว่างกลุ่มกันอย่างสนุกสนาน

ขั้นการสังเกต ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมพบว่า สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้วิจัยกำหนดขึ้นสามารถกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี และยังสามารถสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิมและปรับแก้แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ ส่วนเรื่องกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์นั้นพบว่า นักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับระยะต่าง ๆ ของการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์อย่างถูกต้อง

จากการสะท้อนผลของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พบว่า การนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่เรียน และยังกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ที่มีอยู่เดิม จากการร่วมกันหาแนวทางเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะต้องให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียนเรื่อง การแบ่งเซลล์อย่างละเอียดก่อนที่จะจัดการเรียนรู้เรื่องระบบสืบพันธุ์ เพื่อจะได้ไม่เป็นอุปสรรคในการเรียน

### วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องการเจริญเติบโตของสัตว์ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เริ่มจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เรื่อง การปฏิสนธิของมนุษย์ พบว่า นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างดี

มาก ต่อมาขั้นการสร้างความคิด ผู้วิจัยแจกไขไก่ 1 ฟองในงานเพาะเชื้อให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม แล้วถามนักเรียนถึงความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับการปฏิสนธิและความแตกต่างระหว่างไข่ไก่กับไขของมนุษย์ พบว่า เกือบทุกกลุ่มมีความเข้าใจในโมเดลที่คลาดเคลื่อนแต่สามารถปรับแก้ได้จากคำตอบหรือความคิดของของนักเรียนเอง เช่น เมื่อถามว่า “ไขไก่ได้รับการปฏิสนธิ บริเวณใดที่จะพัฒนาไปเป็นตัวอ่อน” นักเรียนคนหนึ่งตอบว่า “ไขแดง” และเมื่อถามว่า “มีใครมีคำตอบนอกเหนือจากนี้ไหม” มีนักเรียนอีกคนหนึ่งตอบขึ้นมาว่า “ไขแดงคืออาหารของลูกเจี๊ยบไขใหม่ครุ” เป็นต้น จากนั้นนำขั้นการปรับแต่งความคิด ผู้วิจัยแต่ละกลุ่มศึกษาการเจริญเติบโตระยะต้นของเอ็มบริโอสัตว์แล้วออกมานำเสนอ จากกิจกรรมพบว่า มีบางคนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละชั้นของเอ็มบริโอ ต่อมาขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้แต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน โดยนำภาพการเจริญในระยะต้นของเอ็มบริโอมาจัดเรียงในตารางที่กำหนดให้ พร้อมระบุตำแหน่งและบอกปริมาณและการกระจายตัวของไขแดงของสัตว์แต่ละชนิดจากการทำแบบฝึกหัด พบว่า แต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์หาคำตอบร่วมกัน จากนั้นให้ทุกกลุ่มออกมานำเสนอแบบฝึกหัดพร้อมกัน พบว่ามีบางกลุ่มที่มีความเข้าใจในโมเดลที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตำแหน่งต่าง ๆ ของเอ็มบริโอ แต่ก็สามารถปรับเปลี่ยนไปสู่ความเข้าใจในโมเดลที่ถูกต้องได้จากการโต้แย้งกับกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน สุดท้ายขั้นการทบทวนและประเมินผล ให้นักเรียนร่วมกันทบทวนและตอบคำถามจากเกม Jeopardy โดยให้ทุกกลุ่มอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบคำถามแต่ละข้อ

ขั้นการสังเกต พบว่า นักเรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมามากขึ้น ทำให้สามารถปรับแก้ความเข้าใจในโมเดลที่คลาดเคลื่อนไปสู่ความเข้าใจในโมเดลที่ถูกต้องได้จากการโต้แย้งร่วมกันระหว่างนักเรียนเอง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถามหรือเปิดประเด็นนำไปสู่การอภิปรายร่วมกัน

จากการสะท้อนผลของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พบว่านักเรียนแต่ละคน

กล้าที่จะแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม และกล้าโต้แย้งมากขึ้น จนนำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจในโมเดลที่ถูกต้องในเรื่องที่เรียนมากขึ้น

2. ผลการศึกษาความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2

ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจโมเดลหลังเรียน เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต

| แบบวัดความเข้าใจโมเดล เรื่อง    | จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจโมเดลหลังเรียน (ร้อยละ) |      |      |      |      |       |      |       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|-------|
|                                 | CU                                                  | SU   | PM   | SM   | NU   | CU+SU | PM   | SM+NU |
| ประเภทของการสืบพันธุ์           | 9.7                                                 | 26.4 | 4.2  | 25.0 | 34.7 | 36.1  | 4.2  | 59.7  |
| ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์          | 16.0                                                | 33.3 | 16.0 | 16.0 | 18.8 | 49.3  | 16.0 | 34.8  |
| การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ | 11.1                                                | 34.7 | 18.1 | 26.4 | 9.7  | 45.8  | 18.1 | 36.1  |
| เฉลี่ยรวม                       | 12.3                                                | 31.5 | 12.7 | 22.5 | 21.1 | 43.8  | 12.7 | 43.5  |

ตาราง 3

การเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโมเดลเรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

| ผลความเข้าใจโมเดล | จำนวน | คะแนนเต็ม | ค่าเฉลี่ย | S.D.  | t         | Sig  |
|-------------------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|------|
| ก่อนเรียน         | 24    | 48        | 9.50      | 3.671 | -11.931** | .000 |
| หลังเรียน         | 24    | 48        | 23.50     | 8.060 |           |      |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า จำนวนนักเรียนเฉลี่ยที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจสมบูรณ์และถูกต้อง (CU+SU) ความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PM) และกลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนและไม่มี ความเข้าใจโมเดล (SM+NU) คิดเป็นร้อยละ 43.8, 12.7 และ 43.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากโมเดลย่อยทั้ง 3 เรื่อง พบว่า โมเดลที่นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลที่สมบูรณ์และถูกต้อง (CU+SU) มากที่สุด คือ ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ (ร้อยละ 49.3) รองลงมาคือการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ (ร้อยละ 45.8) และสุดท้ายคือประเภทของการสืบพันธุ์ (ร้อยละ 36.1) นอกจากนี้ ยังพบว่า โมเดลที่นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและไม่มี ความเข้าใจโมเดล (SM+NU) เรียงลำดับ

จากมากไปน้อยคือ ประเภทของการสืบพันธุ์ (ร้อยละ 59.7) การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ (ร้อยละ 36.1) และระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ (ร้อยละ 34.8)

3. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีความเข้าใจโมเดลเรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

การศึกษาการพัฒนาความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อภิปรายผล ดังนี้

### 1. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจโมเดลเรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต มีดังนี้

*การทบทวนโมเดล เรื่อง การแบ่งเซลล์* เนื่องจากเนื้อหาเรื่องการแบ่งเซลล์มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตในทุกวงจรปฏิบัติการ ถ้านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการแบ่งเซลล์ก็จะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน ดังนั้นได้จัดทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษากระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า เกือบทุกกลุ่มไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายระยะต่าง ๆ ของเซลล์สืบพันธุ์ได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันทบทวนถึงระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ก่อน นักเรียนจึงสามารถเข้าใจเรื่องกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตั้งนั้นแล้ว การทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องในเรื่องที่เรียนและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สอดคล้องกับ วิจารณ์ พานิช (2556) ที่ได้กล่าวถึงพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนว่าเป็นทุนที่แต่ละคนมีไม่เท่ากัน หากมีความรู้เดิมกระจัดและแม่นยำ เมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยวิธีการและเวลาที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่บนฐานความรู้เดิมได้ แต่ถ้าหากความรู้เดิมมีความคลุมเครือ และได้รับการกระตุ้นด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม สิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวขัดขวางการเรียนรู้

*การใช้สถานการณ์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน* การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันช่วยให้นักเรียนมีความสนใจอยากเรียนรู้มากขึ้น นอกจากนี้ ยังส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ

โมเดลเรื่องระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สอดคล้องกับคำแนะนำของ Yip (1998) ที่กล่าวว่า การช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนนั้น โมเดลที่เรียนจะต้องเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง ประสบการณ์ตรง และความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน

*การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โต้แย้งและหาข้อสรุปร่วมกัน* โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เปิดประเด็นโต้แย้งโดยใช้คำถามชักชวนให้เรียนแต่ละคนได้แสดงออกซึ่งความเข้าใจของตนเองออกมา เห็นได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อผู้วิจัยถามว่า “หากไข่ได้รับการปฏิสนธิ บริเวณใดที่จะพัฒนาไปเป็นตัวอ่อน” นักเรียนคนหนึ่งตอบว่า “ไข่แดง” และเมื่อถามว่า “มีใครมีคำตอบนอกเหนือจากนี้ไหม” มีนักเรียนอีกคนหนึ่งตอบว่า “ไข่แดงคืออาหารของลูกจึงไม่ใช่ไข่” จากการตอบคำถามแสดงให้เห็นว่า นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจแตกต่างกัน เพราะแต่ละคนสร้างความหมายของสิ่งที่เรียนแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายและให้เหตุผลกับความคิดของตนเอง ขณะเดียวกันก็ได้โต้แย้งกับความคิดของผู้อื่น ทำให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบความคิดของตนเองและผู้อื่น สามารถปรับเปลี่ยนไปสู่ความเข้าใจโมเดลที่มีความหมายและสอดคล้องกับโมเดลทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับที่ Savery และ Duffy (1995) ได้อธิบายว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากความร่วมมือกันทางสังคม เนื่องจากความรู้ไม่สามารถถ่ายโอนจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ แต่การได้แลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นให้แก่กัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสเปรียบเทียบความคิดของตนเองและผู้อื่นนำมาซึ่งการเจรจาต่อรองกับความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเองสร้างไว้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากได้คำตอบที่สมเหตุสมผลกว่าเพื่ออธิบายความขัดแย้งที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผล

### 2. ผลการศึกษาความเข้าใจโมเดล เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนเกือบครึ่งห้อง (ร้อยละ 43.8)

จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมโนมิติระดับสูง (CU+SU) โดยมีโมนิตี้อยู่ที่นักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมโนมิติระดับสูง (CU+SU) มากที่สุด คือ ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ (ร้อยละ 49.3) ทั้งนี้ เป็นเพราะในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งในส่วนของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิงรวมทั้งพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน ผ่านสถานการณ์และคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเช่นนี้มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบแยกส่วนระหว่างโครงสร้างและหน้าที่หรือแยกระหว่างอวัยวะแต่ละชนิด (Yip, 1998) เมื่อเจอคำถามที่ให้เชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์ นักเรียนส่วนใหญ่จึงเลือกตอบได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลการเลือกตอบได้ รองลงมาคือเรื่อง การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ (ร้อยละ 45.8) ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากในขั้นการปรับแต่งความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือศึกษาหาความรู้และร่วมกันสร้างโมเดลการพัฒนาของเอ็มบริโอในแต่ละระยะจากดินน้ำมันด้วยตนเอง ประกอบกับการได้นำโมเดลมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น การร่วมกันทำแบบฝึกหัดในขั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การตอบคำถามในขั้นทบทวนความรู้ และได้นำเสนอความคิดความเข้าใจของตนเอง จนปรับแต่งเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องได้ อย่างไรก็ตาม ผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เพราะมีนักเรียนอีกร้อยละ 43.5 ที่ยังคงมีความเข้าใจโมโนมิติในระดับต่ำ (SM+NU) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากหลายสาเหตุ ดังนี้

ประการที่ 1 การมีความเข้าใจโมโนมิติที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแบ่งเซลล์ ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงโมโนมิติเรื่องประเภทของการสืบพันธุ์กับการแบ่งเซลล์ได้ เห็นได้จากจำนวนนักเรียนมากกว่าครึ่งที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมโนมิติระดับต่ำเรื่องประเภทของการสืบพันธุ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lukša และคณะ (2016) ที่พบว่านักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ประการที่ 2 เวลาเรียนมีจำกัด ทำให้การจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งต้องเร่งรีบ หรือลดทอนเนื้อหาหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นักเรียนอาจได้รับโมโนมิติไม่ครบทุกประเด็น หรือผู้วิจัยไม่มีเวลามากพอที่จะรับรู้ได้ว่านักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้จากกิจกรรมที่จัดขึ้นอย่างไร มีความเข้าใจอยู่ในระดับใด เพราะ เงื่อนไขสำคัญอย่างหนึ่งในการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ให้สัมฤทธิ์ผล คือ การให้เวลาที่เพียงพอแก่นักเรียนในการแบ่งปันความรู้ สะท้อนคิด ประเมินและปรับเปลี่ยนแนวคิด (Driver & Oldham, 1986) สอดคล้องกับที่ Marzano, Pickering และ Pollock (2001) ได้กล่าวว่า “นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจโมโนมิติเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้นั้น พวกเขาควรจะได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นอย่างน้อย 4-6 ครั้ง”

ประการที่ 3 ธรรมชาติของนักเรียนที่เคยชินกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย สังเกตได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น “อยากให้ครูสอนก่อน” “กิจกรรมเยอะเกินไปทำให้สอนเนื้อหาได้น้อย” เป็นต้น

ประการที่ 4 ระยะเวลาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กับการสอบวัดความเข้าใจโมโนมิติหลังเรียนห่างกันนานเกินไป ผนวกกับการที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ทบทวนเนื้อหาก่อนสอบเลย ทำให้อาจลืมเนื้อหาบางส่วนและไม่สามารถทำข้อสอบได้ตามที่คาดหวัง

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะไม่สามารถพัฒนานักเรียนทุกคนให้มีความเข้าใจโมโนมิติในระดับที่สมบูรณ์และถูกต้องดังเช่นสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมาอย่างเต็มที่ ตัวอย่างเช่น นักเรียนเขียนว่า “กิจกรรมสนุก มีการตอบคำถามระหว่างเพื่อนระหว่างครู” “ชอบที่จะทำกิจกรรมแบบนี้เพราะรู้สึกเข้าใจมากกว่า” ดังนั้นหากนักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อย่าง

ต่อเนื่อง และคุ้นเคยกับการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ที่ต้องศึกษาและค้นคว้าด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น รวมทั้งการปรับเปลี่ยนรูปแบบการประเมินจากการทดสอบหลังเรียนเพียงครั้งเดียวมาเป็นการประเมินระหว่างเรียนควบคู่กับการทำแบบวัดความเข้าใจโน้มนำท้ายวงจรปฏิบัติการทันที ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ก็จะทำให้นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนำระดับสูงเพิ่มมากขึ้น

**3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีความเข้าใจโน้มนำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากรูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างและปรับแต่งความรู้ร่วมกันผ่านสถานการณ์หรือประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น นอกจากนี้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้นั้น นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำงานกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ถามตอบ นำเสนอความเข้าใจของตนเอง เจาะจ่าต่อรอง โตแย้ง จนนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองและเกิดความเข้าใจโน้มนำที่ถูกต้องในสิ่งที่เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ntaša, Darja & Majda (2016) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนสอบสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยเฉพาะคะแนนในส่วนของการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์และการประเมินค่า เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Qarareh (2016) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแบบวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแบบวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจ เรื่อง ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตได้อย่างง่ายดายและมีความหมาย ผู้สอนควรช่วยนักเรียนทบทวนบทเรียนเรื่อง การแบ่งเซลล์อย่างละเอียด

1.2 จากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามจากเกม Jeopardy พบว่า นักเรียนเกือบทุกกลุ่มตอบคำถามได้ถูกต้องเกินร้อยละ 70 แต่เมื่อนักเรียนแต่ละคนทำแบบวัดความเข้าใจโน้มนำ ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มของนักเรียนมีความเข้าใจโน้มนำที่สมบูรณ์และถูกต้องเพียงร้อยละ 43.8 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ในระหว่างจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร ผู้วิจัยไม่ได้เน้นประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้น ผู้สอนควรมีการประเมินผลนักเรียนในระหว่างเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาการวิจัยครั้งต่อไปอาจนนำไปใช้กับเนื้อหาทางชีววิทยาเรื่องอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น พันธุศาสตร์ การแบ่งเซลล์ เป็นต้น

2.2 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้พัฒนาทักษะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด เช่น การสร้างข้อโต้แย้ง การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยของนิสิตทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สคค.)

## เอกสารอ้างอิง

- พัชร โกชนา, สมศิริ สิงห์หล และ สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 12(1), 1-7.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างไร*. กรุงเทพฯ : เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา. (2562). *การโค้ชที่เน้น Concept*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้. สืบค้นจาก <http://www.curriculumandlearning.com/?page=Books&language=th>
- ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล. (2016). รายงานผลการวิจัยเพื่อทบทวนการสอนเพศวิถีศึกษาในสถานศึกษา. สืบค้นจาก <https://www.unicef.org/thailand/th/reports>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2561). *การวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier research) เพื่อกำหนดอนาคตประเทศ*. สืบค้นจาก <https://www.nxpo.or.th/th/frontier-research/>
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122.
- Kemmis, S., & MacTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.), (pp.10). Deakin University.
- Koba, S., & Tweed, A. (2009). The instructional planning framework : addressing conceptual change. In Horak, J. & Cusick, J. (Eds.), *Hard-to-teach biology concepts: A framework to deepen student understanding* (pp. 9). NSTA press.
- Lukša, T., Radanoviš, I., Garašić, D., & Sertiš Periš, M. (2016). Misconceptions of primary and high school students related to the biological concept of human reproduction, cell life cycle and molecular basis of heredity. *Journal of Turkish Science Education*. 13(3), 143-160.
- Marzano, R. J. Pickering, D., & Pollock, J. E. (2001). *Classroom instruction that works: research-based strategies for increasing student achievement* (pp. 125). ASCD.
- National Research Council. (1997). *Science Teaching Reconsidered : A Handbook* (pp. 125). National Academy Press.
- Ntaša, D. O., Darja S. D., & Majda, C. (2016). The effectiveness of a constructivist teaching model on students' understanding of photosynthesis. *Baltic Science Education*. 15(5), 575-587.
- Qarareh, A. O. (2016). The Effect of Using the Constructivist Learning Model in Teaching Science on the Achievement and Scientific Thinking of 8<sup>th</sup> Grade Students. *International Education Studies*, 9(7), 178-196.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*. 35(5), 31-38.

- Simson, W. D., & Marek, E. A. (1988). Understandings and Misconception of Biology Concepts held by Students Attending Small High Schools and Students Attending Large High Schools. *Research in Science Teaching*, 25(5), 361 - 374.
- Stern, J., Ferraro, K., & Mohnkern, J. (2017). *Tools for Teaching Conceptual Understanding, Secondary* (pp. 9,16). SAGE Publications Inc.
- Westbrook, S. L., & Marek, E. A. (1991) A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(8), 649-660.
- Yip, D. Y. (1998). Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching. *Biological Education*, 33(1), 21-26.