



ตัวแทนความคิด เรื่องการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation

Grade 10 Student' Mental Representation About Cell Division Through Slowmation

พัชรพรณ ประสานเนตร¹⁾ และ วิมล สำราญวานิช²⁾

Patcharapan Prasarnned¹⁾ and Wimol Sumaranwanich²⁾

¹⁾ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²⁾ รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Associate Professor, Department of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์ของนักเรียนจากการใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน จัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยวิเคราะห์จากแบบการวาดภาพ การทำเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว ผลงานการสร้างภาพเคลื่อนไหว และการนำเสนอผลงานของนักเรียน และนำผลการวิเคราะห์มาจัดระดับตัวแทนความคิดโดยเทียบกับเกณฑ์การจัดระดับซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีตัวแทนความคิดหลากหลายที่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ แต่หลังเรียนนักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้โดยมีตัวแทนความคิดที่อยู่ในขอบเขตแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการแบ่งเซลล์ และก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 1 คือไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ นักเรียนไม่มีการวาดภาพ หรือเขียนอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ และระดับ 2 คือไม่มีความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ นักเรียนมีการวาดภาพแบบรวมของการแบ่งเซลล์อย่างง่าย ไม่มีการวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ แต่หลังจากเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 4 คือมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนมีการวาดภาพ และเขียนอธิบายเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ถูกต้องบางส่วน และมีการวาดภาพและคลาดเคลื่อนหรือไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และระดับ 5 คือมีความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนมีการวาดภาพและเขียนอธิบายทุกขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ถูกต้อง และครบถ้วนสมบูรณ์

คำสำคัญ : ตัวแทนความคิด, การแบ่งเซลล์, กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้างสโลเมชัน

Abstract

The purpose of this study was to study mental presentation of cell division using stop motion making in learning process. The participants of this study were 30 students of Grade 10/2 of Chaiyabhumhakhadeechumphon School in semester 2 academic year 2012. Grouping students' mental representation analyzing from drawing, stop motion story line making, stop motion work, and presentation which made by students. After that, results of the analysis were ranked into 5 levels. The results found that before using stop motion making in the instruction students had various mental presentations and could not explain the cell division process but after most students had mental representation at level 1 that was students couldn't explain cell division process, had no drawing of the picture of cell division process or writing to explain cell division process. At level 2, students had no understanding of cell division process, had easy drawing of cell division process, and had no drawing of the changes inside cell. After using stop motion making in the instruction most students had the understanding of cell division at level 4, which students had correct yet incomplete understanding. Students had drawing and had writing that was partly correct to explain cell division process, and had alternative or incorrect drawing that didn't partly match with scientific framework. And at level 5, students had complete understanding of cell division and had correct and complete drawing that explain every steps of cell division process.

Key Words : Mental representation, Cell division, Slowmation

บทนำ

การแบ่งเซลล์เป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญในวิชาชีววิทยา เพราะเป็นพื้นฐานความเข้าใจเนื้อหาเรื่องอื่น เช่น การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต พันธุศาสตร์ เป็นต้น ถ้านักเรียนไม่มีความเข้าใจในเรื่องการแบ่งเซลล์ก็จะส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาเนื้อหาเรื่องการแบ่งเซลล์พบว่าเนื้อหาค่อนข้างยาก มีลักษณะเป็นนามธรรม และมีศัพท์เทคนิคเฉพาะมากมาย [2] จากการที่ผู้วิจัยสำรวจความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 30 หลังการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องการแบ่งเซลล์ นักเรียนไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ และจากการศึกษางานวิจัยของสุรจิตา เศรษฐภูภักดี [3] พบว่านักเรียน

ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของโครโมโซมระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของโครโมโซมในระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์ และงานวิจัยของ Musa [5] พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแบ่งเซลล์ค่อนข้างมาก ส่วนมากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมากกว่าไมโทซิส ปัจจัยหนึ่งที่เป็นสาเหตุให้นักเรียนไม่มีความเข้าใจ และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คือการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน จากปัญหาความไม่เข้าใจของนักเรียนเรื่องการแบ่งเซลล์ในวิชาชีววิทยา จึงควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผลสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน และส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ

สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก
เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ [1]
โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation
จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

Slowmation คือการสร้างภาพเคลื่อนไหว
แบบหยุดการเคลื่อนไหว (stop-motion) ที่มีการสร้าง
โมเดลจากดินน้ำมัน หรือวัสดุที่มีความคล้ายคลึงกัน
โดยจะแสดงภาพเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า
ประมาณ 2 ภาพต่อวินาที เพื่อใช้ภาพเคลื่อนไหว
อธิบายเกี่ยวกับแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่
การบรรยายหรือบอกเล่าเรื่องราวในลักษณะของการ
เปลี่ยนแปลงตามความเป็นจริง [6] เนื้อหาที่เหมาะสม
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ
เรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ควรเป็นเนื้อหา
ที่มีเรื่องราวการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะหรือเป็น
ขั้นตอน สามารถนำมาสร้างภาพที่มีความแตกต่างกัน
อย่างต่อเนื่องได้ ในระดับมัธยมศึกษาหัวข้อ
ที่เหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ได้แก่ การแบ่งเซลล์ ฟาโกไซโทซิส เทคโนโลยี
การตัดแต่งยีน เป็นต้น [7] การนำกระบวนการ
เรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation มาใช้ในการ
เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เป็นการ
บูรณาการร่วมกับวิชาศิลปะ ได้แก่ การปั้นดินน้ำมัน
กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation
จึงทำให้เนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น
เรื่องการแบ่งเซลล์ กลายเป็นรูปธรรมที่สามารถ
มองเห็นได้และเข้าใจได้ง่าย ช่วยให้นักเรียนมี
ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และช่วยให้
ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และมีกิจกรรม
การเรียนมากขึ้น เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้
ที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองในทุก
ขั้นตอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้
ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง
นั้นๆ อย่างเป็นลำดับ [6] โดยวิเคราะห์ได้จากตัวแทน
ความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียน เนื่องจาก
ตัวแทนความคิด (mental representation) คือรูปแบบ
ความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจของแต่ละบุคคล

ที่อาจสื่อออกมาในรูปของการบรรยาย การอธิบาย
การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุอุปกรณ์
และอื่น ๆ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจ
ในเรื่องนั้นๆ

คำถามวิจัย

นักเรียนมีตัวแทนความคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์
ก่อนเรียนรู้ ระหว่างเรียนรู้ และหลังจากการจัด
การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง
Slowmation เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดเรื่อง การแบ่ง
เซลล์ของนักเรียน จากการใช้กระบวนการเรียนรู้
โดยการสร้าง Slowmation

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองตามรูปแบบ
การวิจัยกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการ
ทดลอง

2. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียน
ชัยภูมิภักดีชุมพล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษาชัยภูมิ เขต 30 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2555 จำนวน 30 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแทนความคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์ของ
นักเรียน จากการใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง
Slowmation

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา
เรื่องการแบ่งเซลล์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดย
การสร้าง Slowmation จำนวน 4 แผนการจัด
การเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ [6]

1) การวางแผน (Planning) นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ และสรุปสิ่งที่ได้จากการค้นคว้าตามความเข้าใจของตนเอง

2) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) นักเรียนวิเคราะห์เนื้อหา และเขียนเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว (storyboard) โดยการวาดภาพและเขียนอธิบายในแต่ละตอนลงบนกระดาษ

3) การสร้างแบบจำลองและการถ่ายภาพ (Construction) นักเรียนสร้างแบบจำลอง (Models) ตามที่ออกแบบไว้ใน Storyboard โดยการขยับโมเดลทีละนิดเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนไหว และใช้กล้องดิจิทัลถ่ายภาพโมเดลทุกขณะที่มีการขยับหรือมีการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้ภาพตามที่นักเรียนต้องการ

4) การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Reconstruction) นักเรียนดาวน์โหลดภาพลงคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว โดยแสดงภาพอย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วประมาณ 2 เฟรมต่อวินาที และนำผลงานภาพเคลื่อนไหวของตนเองเสนอหน้าชั้นเรียน

4.2 แบบการวาดภาพ เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด และจัดระดับตัวแทนความคิดความคิดของนักเรียนรายบุคคลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์ระดับตัวแทนความคิด เรื่องการแบ่งเซลล์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Musa [5]

4.3 แบบการเขียนเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว (Storyboard) เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนรายกลุ่มระหว่างการเรียนรู้

4.4 แบบการสัมภาษณ์เพิ่มเติม กรณีการวิเคราะห์ตัวแทนความคิดจากแบบการวาดภาพ และเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว ผู้วิจัยมีความสงสัยเกี่ยวกับตัวแทนความคิดของนักเรียน และต้องการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ไปช่วยในการวิเคราะห์ผล

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียน ก่อนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation โดยใช้แบบการวาดภาพ และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ 6. นรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียน ระหว่างการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation โดยใช้เค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว การสัมภาษณ์เพิ่มเติม และแบบการวิเคราะห์ตัวแทนความคิดจากการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ Slowmation

4. ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียน หลังการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation โดยใช้แบบการวาดภาพ และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์ตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียน จากการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ในขอบเขตความคิด 4 เรื่อง คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของเซลล์สัตว์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของเซลล์พืช การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของเซลล์สัตว์ และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของเซลล์พืช โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียนรายบุคคลก่อนการเรียนรู้ จากแบบการวาดภาพ

2) วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียนรายกลุ่มระหว่างการเรียนรู้จากเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหวและผลงานการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ Slowmation และการนำเสนอผลงานของนักเรียน

3) วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียนรายบุคคลหลังการเรียนรู้ จากแบบการวาดภาพ

6.2 จัดระดับตัวแทนความคิดของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากภาพวาดของนักเรียน และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ระดับตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Musa [5] ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การวิเคราะห์ระดับตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์

ระดับ ตัวแทนความคิด	ตัวแทนความคิด
ระดับ 1 ไม่มีการวาดภาพ (No Drawing)	- นักเรียนไม่มีการวาดภาพ หรือไม่มีการเขียนอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ หรือเขียนตอบว่า "ไม่รู้" "ไม่เข้าใจ" - นักเรียนวาดภาพหรือเขียนอธิบายอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องการแบ่งเซลล์
ระดับ 2 การวาดภาพที่ไม่มีความเข้าใจ (Non-Representational Drawings)	มีการวาดภาพแบบรวมของการแบ่งเซลล์อย่างง่าย หรือเขียนแผนผังหรือเขียนสมการการแบ่งเซลล์ ไม่มีการวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเซลล์
ระดับ 3 การวาดภาพที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Drawings with Misconceptions)	มีการวาดภาพและเขียนอธิบายที่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์บางส่วน และมีการวาดภาพและเขียนอธิบายที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ [4]
ระดับ 4 การวาดภาพที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Drawings)	มีการวาดภาพและเขียนอธิบายทุกขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ถูกต้อง แต่แสดงองค์ประกอบภายในเซลล์ระหว่างที่มีการแบ่งเซลล์ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามตารางที่ 2

ระดับ ตัวแทนความคิด	ตัวแทนความคิด
ระดับ 5 การวาดภาพที่มีความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ (Comprehensive Representation Drawings)	มีการวาดภาพและเขียนอธิบายทุกขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ถูกต้อง และแสดงองค์ประกอบภายในเซลล์ระหว่างที่มีการแบ่งเซลล์ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบภายในเซลล์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

Mitosis	Meiosis
Interphase: Nuclear envelope, Nucleolus, Chromosome replication, Centromere Prophase: Centrosome/Centrioles, Polar cap, Spindle fibers Mataphase: Kinetochore, Spindle fibers Anaphase: Chromosome, Spindle fibers Telophase: Chromosome, Nuclear envelope, Nucleolus, Cytokinesis, Diploid (2n)	Interphase: Nuclear envelope, Nucleolus, Chromosome replication, Centromere Prophase I: Centrosome/Centrioles, Polar cap, Spindle fibers, Homologous chromosomes, Chiasma, Crossing over Mataphase I: Kinetochore, Spindle fibers Anaphase I: Chromosome, Spindle fibers Telophase I: Chromosome, Nuclear envelope, Nucleolus, Cytokinesis Prophase II: Centrosome/Centrioles, Spindle fibers Mataphase II: Kinetochore, Spindle fibers Anaphase II: Chromosome, Spindle fibers Telophase II: Chromosome, Nuclear envelope, Nucleolus, Cytokinesis, Haploid (n)

ไม่โอซิสของเซลล์พีซีได้ ระหว่างการเรียนรู้จากเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว จัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนได้ 2 ตัวแทนความคิด เป็นตัวแทนความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และตัวแทนความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ ระหว่างการเรียนรู้จากการทำภาพเคลื่อนไหวจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนได้ 1 ตัวแทนความคิดเป็นตัวแทนความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ และหลังจากการเรียนรู้จัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนได้ 2 ตัวแทนความคิดเป็นตัวแทนความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และตัวแทนความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ เมื่อจัดระดับตัวแทนความคิดของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 1 จำนวน 21 คนคิดเป็นร้อยละ 70 ระดับ 2 จำนวน 9 คนคิดเป็นร้อยละ 30 และหลังเรียนอยู่ในระดับ 4 จำนวน 6 คนคิดเป็นร้อยละ 20 ระดับ 5 จำนวน 24 คนคิดเป็นร้อยละ 20

จากผลการวิจัยจะพบว่าก่อนเรียนรู้นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่หลากหลาย ซึ่งเป็นตัวแทนความคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่หลังจากการเรียนรู้พบว่าตัวแทนความคิดเหล่านั้นเปลี่ยนไปเป็นตัวแทนความคิดที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทั้งตัวแทนความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ ตัวแทนความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และตัวแทนความคิดที่ถูกต้องบางส่วน และมีความคลาดเคลื่อนบางประเด็น โดยก่อนการเรียนรู้ นักเรียนไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ และนักเรียนมีตัวแทนความคิดอยู่ในระดับที่ 1 คือไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ นักเรียนไม่มีการวาดภาพ หรือเขียนอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ และระดับ 2 คือไม่มีความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ นักเรียนมีการวาดภาพแบบรวมของการแบ่งเซลล์อย่างง่าย ไม่มีการวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และเมื่อนักเรียนได้เริ่มมีการเรียนรู้ พบว่าในระหว่างการเรียนรู้นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลง

ภายในเซลล์ได้ ตัวแทนความคิดของนักเรียนที่แสดงออกมาโดยการทำเค้าโครงเรื่องราวภาพเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบ Slowmation มีทั้งตัวแทนความคิดที่ถูกต้องทั้งหมด ตัวแทนความคิดที่ถูกต้องบางส่วน และตัวแทนความคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน แสดงว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ และหลังจากการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ระหว่างที่มีการแบ่งเซลล์ได้ มีตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 4 คือมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนมีการวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ถูกต้องบางส่วน และมีการวาดภาพและคลาดเคลื่อนหรือไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และระดับ 5 คือมีความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนมีการวาดภาพและเขียนอธิบายทุกขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ถูกต้อง และครบถ้วนสมบูรณ์ แสดงว่ากระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิด และสามารถพัฒนาตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่องการแบ่งเซลล์ให้ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. นำกระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาตัวแทนความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียนให้ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
2. นำกระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม และการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบ slowmation และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากร่วมมือในงานที่ต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. 2546.
- [2] นางลักษณ ศิริชัย. **การวิเคราะห์หมโนมิติวิชาชีพวิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2528.
- [3] สุรจิตา เศรษฐภูภักดี. **ผลการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิชาสอนวิทยาศาสตร์ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547.
- [4] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานชีววิทยา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว. 2551.
- [5] Musa Dikmenli. Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. **Academic Journals**, 5 (2), 235 - 247. 2010.
- [6] Hoban, G. F. Using slowmation to engage preservice elementary teachers in understanding science content knowledge. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, 7 (2), 75 - 91. 2007.
- [7] Hoban, G & Nielsen, W. The 5 Rs: A new teaching approach to encourage slowmations (studentgenerated animations) of science concepts. **Teaching Science**, 56 (3), 33 - 38. 2010.