

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาวิจัย การออกแบบการเรียนการสอนเรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.1 ลักษณะของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.2 หลักการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. กำหนดขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน
 - 2.1 ขั้นการวิเคราะห์
 - 2.2 ขั้นการออกแบบ
 - 2.3 ขั้นการพัฒนาและนำไปใช้
3. การประเมินผลการออกแบบการเรียนการสอน
 - 3.1 การประเมินผลเพื่อการปรับปรุง
 - 3.2 การประเมินประสิทธิภาพ

กำหนดคุณลักษณะของรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอน

คุณลักษณะของรูปแบบของการออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้ Generic Model กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

ลักษณะของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

แบบที่ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเป็นรูปแบบดั้งเดิมของการออกแบบ (generic model) ซึ่งเริ่มจากการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล ผสมผสานกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของแมคคาร์ธี (Mccarthy) ในขั้นของการออกแบบเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 16 คาบ ๆ เรียนละ 50 นาที ลักษณะการเรียนการสอนจะต้องมีลักษณะที่เคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับขั้นตอน 8 ขั้น ตามวัฏจักรการเรียนรู้เพื่อตอบสนองผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกัน ได้เรียนรู้และพัฒนาศักยภาพ

ของตนเองได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข โดยมีความเชื่อพื้นฐานซึ่งเกี่ยวข้องกับความหลากหลายในการเรียนรู้อยู่หลายประการ เช่น

1. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่ากันที่จะเรียนรู้
2. ทุกคนรับรู้ประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในช่องทางที่แตกต่างกัน
3. เป็นการสอนทักษะ ผสมกับความคิดรวบยอดพร้อมๆ กับให้เห็นประโยชน์

โดยตรง

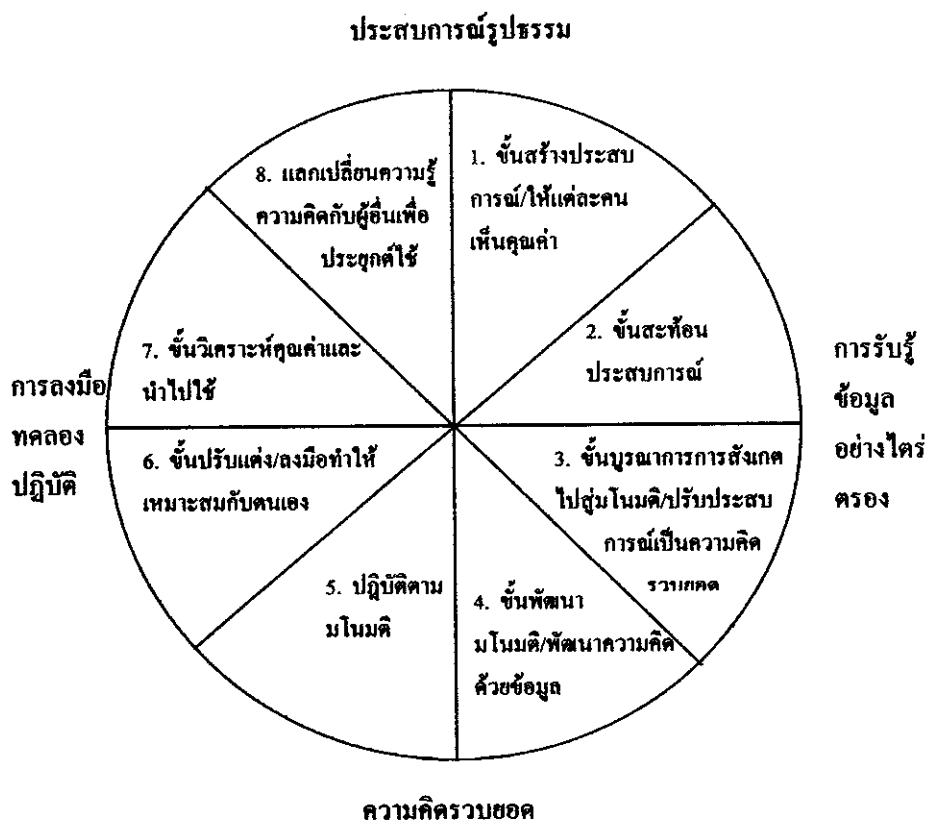
4. ผู้เรียนจะมีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบของตนเอง เป็นการค้นพบตัวเอง

ไปในตัว

5. ผู้เรียนจะคุ้นเคยอยู่กับเทคนิคการสอน ที่ใช้ทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวา
6. ในขณะที่วัฏจักรการเรียนรู้เคลื่อนไหลไป ผู้เรียนทั้งหลายจะฉายแววที่แตกต่างกัน

โดยกิจกรรมบางช่วงจะตอบสนองให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบมีความสุขในการเรียนในช่วงกิจกรรมที่ตนเองถนัด และรู้สึกท้าทายในช่วงที่ผู้อื่นถนัดผสมผสานกันไป

ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน ของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีการเคลื่อนไหลตามลำดับขั้น มีดังนี้



ภาพที่ 16 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน ของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT
(สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2543 ก, หน้า 2)

หลักการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

หลักการจัดกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้แบบ 4 MAT นี้ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนซึ่งสามารถคิดหารูปแบบเองได้อย่างหลากหลาย แต่ทั้งนี้ต้องมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข และผลออกมาหลังการสอนจะมุ่งให้เด็กเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข โดยมีหลักในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมที่ผสมผสานระหว่างความรู้และคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข
2. ฝึกการทำงานอย่างเชื่อมโยง เพื่อให้สมองซีกซ้ายและซีกขวาทำงานสัมพันธ์กัน
3. ฝึกการทำงานอย่างมีระบบ โดยยึดหลักของเหตุและผล มากกว่าการลองผิดลองถูก
4. ฝึกให้นักเรียนสร้างความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ตรง สัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
5. ฝึกการเรียนรู้ที่เกิดจากการคิดเอง อย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล
6. ฝึกการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ จนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง
7. ฝึกการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์เดิม และทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม
8. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
9. นักเรียนได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาทั้งด้วยตนเองและร่วมด้วยช่วยกัน
10. นักเรียนเลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข

กำหนดขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบดั้งเดิมของการออกแบบการเรียนการสอน (generic model) มาเป็นกรอบและแนวทางในการดำเนินงานด้านการออกแบบการเรียนการสอนโดยผสมผสานกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของแมคคาร์ธี (Mccarthy) ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นการวิเคราะห์ (analysis phase)

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอน

1.1 จากสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครู

ผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์หลายท่าน พบว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีสอนแบบเดิม โดยยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่และมักเป็นผู้สรุปผลการทดลองเสียเอง เพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์และผลการทดลองที่กำหนดไว้ในคู่มือครู ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและแสดงออก ไม่ฝึกให้นักเรียนคิดและค้นหาเหตุผลแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน จึงทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการแสดงความคิดเห็น หรือคิดไม่เป็นเนื่องจากมองไม่เห็นภาพรวมของแนวความคิดในเรื่องที่เรียน ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้ที่เคยเรียนมากับความรู้ใหม่ในสภาพแวดล้อมใหม่ได้ ขาดการตัดสินใจ การทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นหมู่คณะ และขาดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.2 ครูผู้สอนยังไม่นำเทคนิคการสอนที่หลากหลายรูปแบบมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่เป็นผู้แนะนำหรือกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหา ไม่ใช่กระบวนการกลุ่ม ทำให้นักเรียนขาดทักษะหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการทดลอง เมื่อนักเรียนขาดทักษะดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนขาดความสามารถในการคิด

2. วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อมุ่งให้นักเรียนเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข หลังจากที่ได้เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT แล้วโดยกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และขั้นตอน 8 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ดังนี้

2.1 เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน จะเป็นเนื้อหาเรื่อง ระบบนิเวศ ในวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

แนวความคิดสำคัญการเรียนรู้ระบบนิเวศ

ในบทเรียนเรื่องระบบนิเวศนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติซึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งได้แก่ แสงสว่าง อากาศ ดินและน้ำ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบกันขึ้นเป็นระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตของแต่ละระบบนิเวศจะมีความสัมพันธ์และก่อให้เกิดสมดุลในระบบนิเวศนั้น ๆ โดยนักเรียนจะได้ศึกษาถึงเรื่องของห่วงโซ่อาหาร ตลอดจนศึกษาทดลองเกี่ยวกับการหมุนเวียนของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ในแบบต่าง ๆ ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันในการให้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของแต่ละฝ่าย นอกจากนี้ยังจะได้ศึกษาเกี่ยวกับ

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปโดยสาเหตุต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อการอยู่รอดตลอดจนศึกษาถึงการพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทดลองหาทางช่วยแก้ปัญหาและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศของนักเรียนเพื่อให้อยู่ในภาวะสมดุลตลอดไป (กรมวิชาการ, 2541, หน้า 110) และจัดลำดับแนวความคิดต่อเนื่องดังนี้

ลำดับแนวความคิดต่อเนื่องระบบนิเวศ

สิ่งแวดล้อมต่างกันอาจมีสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันหรือชนิดเดียวกัน อาศัยอยู่ในปริมาณต่าง ๆ กัน



สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต



แหล่งที่อยู่หมายถึงบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตจะอาศัยอยู่ได้



ระบบที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอาศัยในแหล่งที่อยู่เดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่นั้นด้วย เรียกว่า ระบบนิเวศ



ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในลักษณะของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ เรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร



พืชสร้างอาหารได้เองจึงเรียกว่าเป็นผู้ผลิต



สัตว์สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่น ๆ จึงเรียกว่าเป็นผู้บริโภค



ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ มีหลายห่วงโซ่อาหาร แต่ละห่วงโซ่อาหารมีความสัมพันธ์กัน เรียกว่า สายใยอาหาร



สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตอื่น เรียกว่า ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร



จุลินทรีย์เป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารที่สำคัญ



แสง น้ำ เนื้อที่ อุณหภูมิ และก๊าซออกซิเจน มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต



ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน โดยคน สัตว์ และพืชหายใจออกให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งพืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วให้ก๊าซออกซิเจนแก่คน สัตว์ และพืช เพื่อนำไปใช้ในการหายใจ



ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประโยชน์และอาจให้โทษต่อสิ่งแวดล้อม



กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายเสียประโยชน์



สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ ในลักษณะต่าง ๆ กัน



สิ่งแวดล้อมและจำนวนของสิ่งมีชีวิต ณ ที่ใดที่หนึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลง



ถ้าปริมาณของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารในระบบนิเวศ ที่มีอยู่ในลักษณะที่เป็นสัดส่วนพอเหมาะ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เรียกสภาพนี้ว่า ภาวะสมดุล



ภาวะสมดุลอาจถูกทำลายได้โดยภัยธรรมชาติ โรคระบาด และมนุษย์



การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสิ่งแวดล้อมเกินกว่าที่สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวได้ อาจเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตล้มตายเป็นจำนวนมาก หรือสูญพันธุ์ได้



ในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม มนุษย์ควรได้คำนึงถึงการคงไว้ซึ่งความสมดุลของระบบนิเวศเป็นสำคัญ

ส่วนรายละเอียด เรื่องระบบนิเวศ ตามหัวข้อย่อมีดังนี้

หน่วยที่ 1 รอบๆ ตัวเรา

3 คาบ

หน่วยที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

3 คาบ

หน่วยที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5 คาบ

หน่วยที่ 4 การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต 2 คาบ

หน่วยที่ 5 การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 3 คาบ

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหา เรื่องระบบนิเวศ ดังต่อไปนี้

2.2.1 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ระบบนิเวศ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลายอินทรียสาร ผู้ล่าเหยื่อ ภาวะสมดุล การพัฒนาและการอนุรักษ์

2.2.2 ชี้บ่งผู้ล่าและเหยื่อในห่วงโซ่อาหารได้

2.2.3 เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศได้

2.2.4 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลายอินทรียสารในระบบนิเวศได้

2.2.5 ทดลองและสรุปความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

2.2.6 อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันในระบบนิเวศได้

2.2.7 ทดสอบและระบุชื่อก๊าซที่ออกมาจากลมหายใจของคนและพืชได้

2.2.8 ยกตัวอย่างและอธิบายถึงสาเหตุของการปรับตัวของพืชและสัตว์ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งชั่วคราวและถาวรได้

2.2.9 อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ หรือลดจำนวนลงมากได้

2.2.10 ชี้บ่งปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชน พร้อมทั้งอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา ตลอดจนร่วมมือกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนนั้นๆ

2.2.11 ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อความสมดุลในธรรมชาติ

2.2.12 ใช้อุปกรณ์บางชนิดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

2.2.13 พัฒนาทักษะการสังเกต การจัดกระทำกับข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรได้

2.2.14 ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้นและคิดหาวิธีทดลอง ตลอดจนดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นได้

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT นั้น ครูผู้สอนต้องเตรียมความพร้อม ตลอดจนประสบการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่เพื่อให้เพียงพอที่จะนำไปจัดกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

จงใจให้oyaเรียน และสะท้อนความรู้ ความคิด ประสบการณ์ออกมาในขั้นที่ 1-2 การสอนในขั้นที่ 3-4 จะให้ความรู้ เนื้อหาสาระแก่นักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตามความคิดและสร้างชิ้นงานในขั้นที่ 5-6 สำหรับในขั้นที่ 7-8 เป็นขั้นที่ครูจะเป็นผู้ซ่อมเสริมให้นักเรียนปรับปรุงผลงานให้สมบูรณ์ และเป็นแหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองแล้ว นำผลงานมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. วิเคราะห์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนวัย 12-15 ปี จากการสัมภาษณ์พบว่า ผู้เรียนวัยนี้ได้รับเนื้อหาความรู้ขั้นพื้นฐานที่ไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันตรงสภาพแวดล้อมรอบตัว และการรับรู้ เนื่องจากสติปัญญาไม่เท่าเทียมกัน จากสภาพแวดล้อมในชุมชนของนักเรียนซึ่งสภาพส่วนใหญ่ใกล้แหล่งโรงงานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และย่อยหิน ดังนั้นผู้ปกครองส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพรับจ้าง อาทิ ขับรถบรรทุก ขนหินทราย ก่อสร้าง จึงส่งผลกระทบต่อเด็กนักเรียน คือ ขาดการดูแลเอาใจใส่ นักเรียนจึงไม่ค่อยสนใจเรียนเท่าที่ควร ขาดความรับผิดชอบ กลับบ้านไม่ตรงเวลา และมีอัตราเสี่ยงต่อยาเสพติดค่อนข้างสูง นักเรียนบางคนคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ไม่ได้ มองไม่เห็นภาพในองค์รวม การเรียนรู้ของนักเรียนบางคนจะหนีไปด้านใดด้านหนึ่ง เช่น บางคนชอบการจินตนาการอย่างเดียว คิดวิเคราะห์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงการทำงานของสมองซีกซ้าย-ซีกขวาไม่สัมพันธ์กัน อีกทั้งยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนยังขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานกำหนดเป็นลักษณะของผู้เรียนดังนี้

- 3.1 ผู้เรียนมีอายุตั้งแต่ 12-15 ปี ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- 3.2 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้
- 3.3 ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระดับปานกลาง
- 3.4 ผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจที่จะทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้
- 3.5 ผู้เรียนสนใจ ขอมรับและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นได้
- 3.6 ผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจที่จะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นการออกแบบ (design phase)

การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งประยุกต์มาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของ สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้
2. ผังการวิเคราะห์เนื้อหาและมโนคติ
3. แนวความคิดสำคัญการเรียนรู้
4. ตัวบ่งชี้ความสำเร็จในการเรียนรู้
5. สารและกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการสอน)
 - 5.1 สารสำคัญ
 - 5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.3 เนื้อหา
 - 5.4 กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 5.4.1 ขั้นสร้างประสบการณ์
 - 5.4.2 ขั้นสะท้อนประสบการณ์
 - 5.4.3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือมโนคติ
 - 5.4.4 ขั้นพัฒนามโนคติ
 - 5.4.5 ขั้นปฏิบัติตามมโนคติ
 - 5.4.6 ขั้นปรับแต่ง
 - 5.4.7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปใช้
 - 5.4.8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์
 - 5.5 สื่อการเรียนการสอน
 - 5.6 การวัดและประเมินผล

ขั้นพัฒนาและนำไปใช้ (development and implementation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. เขียนแผนการสอน ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT จากขั้นการออกแบบ โดยศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ และวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาเขียนเป็นแผนการสอน จำนวน 5 แผนการสอน ซึ่งในแต่ละหน่วยเรียนจะประกอบด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล โดยได้กำหนดแผนการสอน ดังตารางดังนี้

ตารางที่ 1 การสรุปแผนการสอน เรื่องระบบนิเวศ

แผนการสอนที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รอบๆ ตัวเรา - ความหมายกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ	1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างกลุ่ม สิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศได้ 2. อธิบายความแตกต่างระหว่าง ระบบนิเวศต่างๆ ได้ 3. สังเกต จดบันทึก จัดกระทำกับข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายข้อมูลได้	3
2	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ - ความหมาย ความ สัมพันธ์ของห่วงโซ่ อาหาร สายใยอาหาร ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อย อินทรีย์สาร ผู้ล่า เหยื่อ - แผนผังห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร	1. อธิบายความหมายห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อย สลายอินทรีย์สาร ผู้ล่าและเหยื่อ 2. ชี้บ่งผู้ล่าและเหยื่อในห่วงโซ่อาหารได้ 3. เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและ สายใยอาหารในระบบนิเวศได้ 4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารใน ระบบนิเวศได้	3
3	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมี ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม - ภาวะสมดุลของระบบ นิเวศ	1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ ได้ 2. สรุปความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผล ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศได้	5

ภาพที่ 1 (ต่อ)

แผนการสอนที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนคาบ
		3. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลของระบบนิเวศได้ 4. ควบคุมตัวแปร บันทึกข้อมูล จัดกระทำกับข้อมูล ตีความหมายและสรุปข้อมูลได้	
4	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต - ปรับตัวชั่วคราว - ปรับตัวถาวร	1. อธิบายความหมายและสาเหตุของการปรับตัวอย่างชั่วคราวและถาวรของพืชและสัตว์ได้ 2. ยกตัวอย่างการปรับตัวชั่วคราวและถาวรของพืชและสัตว์ได้ 2. อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้	2
5	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	1. อธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์ได้ 2. อธิบายความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพที่ดีขึ้นได้ 3. ชี้บ่งปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่และอธิบายถึงสาเหตุของปัญหานั้นได้ 4. ร่วมมือกับชุมชนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศที่นักเรียนอาศัยอยู่ได้ 5. ชี้บ่งปัญหาที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็วได้ 6. อธิบายถึงประโยชน์ของป่าที่มีต่อระบบนิเวศได้	3

2. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เสนอต่อคณะกรรมการผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องเหมาะสมของ กิจกรรมทั้ง 8 ขั้น แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

3. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพุแควิทยา อำเภอเฉลิมพระเกียรติฯ จังหวัดสระบุรี ตามขั้นตอน การประเมินผลเพื่อการปรับปรุง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความเหมาะสมระหว่าง กิจกรรมแต่ละขั้นกับเวลา แล้วนำข้อบกพร่องดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้จริง

4. พัฒนาแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในทุกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อวัดพฤติกรรมและผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในระหว่างดำเนินการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียน เข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง ก่อนจะเริ่มเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่อไป อันจะเป็นประโยชน์ในการ ประเมินผลการเรียนการสอน จากนั้นได้สร้างแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาทุกหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล วิธีสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ เพื่อสร้างแบบทดสอบ ให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ โดยกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้านคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3 นำผลที่ศึกษาได้มาสร้างข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จำนวน 60 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านจะให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่

- 1 = แน่ใจว่าข้อความนั้นไม่เป็นตัวแทนพฤติกรรมที่ต้องการวัด

บันทึกผลการพิจารณาถึงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน ในแต่ละข้อแล้วหา ผลรวมคะแนนความคิดเห็นเป็นรายข้อ (บุญเจิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 69) จากสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบนั้นวัดได้จริงตามวัตถุประสงค์ของการวัด เลือกข้อสอบนั้นไว้

ค่าที่คำนวณได้น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบนั้นไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ของการวัด ให้คัดทิ้งไป หรือนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุแควิทยา อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ๑ จังหวัดสระบุรี ในปีการศึกษา 2544 ภาคเรียนที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 100 คน

4.6 นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิด ข้อที่ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

4.7 นำคะแนนที่ได้ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้

ความยากง่ายของแบบทดสอบ จากสูตร (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 196)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P หมายถึง ดัชนีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
 R หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูก
 N หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2527, หน้า 83 – 84) โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนกของ เบนนอน (brennan index)

$$B = (U/N_1) - (L/N_2)$$

เมื่อ B	หมายถึง	ดัชนีเบรนนอนหรือดัชนีอำนาจจำแนก
U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_1 ที่ตอบข้อสอบถูก
L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนกลุ่ม N_2 ที่ตอบข้อสอบถูก
N_1	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
N_2	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด

กำหนดจุดตัดโดยวิธีของแองกอฟ โดยหลักการของเทคนิคแองกอฟจะอาศัยหลักการของค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนซึ่งมีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดที่จะยอมรับได้ตอบข้อสอบถูก โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอน พิจารณาค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูก นำมาใช้เป็นคะแนนจุดตัด

วิธีการหาคะแนนจุดตัด มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. นำข้อสอบทั้งหมดไปให้ครูผู้สอนกลุ่มหนึ่งพิจารณาเนื้อหาข้อสอบและความยาก
2. ให้ครูผู้สอนพิจารณาต่อไปว่า นักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดตามเนื้อหาข้อสอบ จะมีความน่าจะเป็น ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกเป็นเท่าไร
3. นำค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูก ที่ครูผู้สอนแต่ละคนพิจารณาไว้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็น
4. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในขั้นที่ 3

ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยากง่ายตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เนื่องจากแบบทดสอบนี้ใช้ทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จึงไม่ต้องการให้แบบทดสอบมีความง่ายหรือยากจนเกินไป สำหรับดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0 ซึ่งทำให้ได้แบบทดสอบที่คิดไว้จำนวน 40 ข้อ ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งใช้เทคนิคของแองกอฟ ในการหาคะแนนจุดตัดเช่นกัน ได้คะแนนเกณฑ์เท่ากับ 24

4.8 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีของลิฟวิงส์ตัน (Livingston, 1970, อ้างถึงใน อเนก เพียรอนุกุลบุตร, 2527, หน้า 63) โดยใช้สูตร

$$r_{\infty} = \frac{r_s^2 + (\bar{x} - c)^2}{s^2 + (\bar{x} - c)^2}$$

r_{∞} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

r_s = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม มาจาก KR 20

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนสอบ

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

c = เกณฑ์จุดตัด

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

4.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

5. พัฒนาสื่อและวัสดุการสอน สื่อและวัสดุการสอนที่ผู้วิจัยเลือกใช้จะสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ซึ่งมีหลากหลายขึ้นอยู่กับกิจกรรมในแต่ละช่วง แต่วัสดุการสอนที่ออกแบบใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย

5.1 คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

5.2 ผังการวิเคราะห์เนื้อหาและมโนคติ

5.3 ใบงาน

5.4 ใบความรู้

5.5 กิจกรรมชวนคิด ลองทำ ทบทวน

การประเมินผลการออกแบบการเรียนการสอน

การประเมินผลเพื่อการปรับปรุง

ผู้วิจัยจะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบคุณภาพกระบวนการเรียนการสอนที่ออกแบบขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยนำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับความสอดคล้องกับจุดประสงค์ มีพฤติกรรมตามที่ต้องการหรือไม่ มีสื่ออุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมหรือไม่ กิจกรรมเหมาะสมกับจุดประสงค์และธรรมชาติของผู้เรียนหรือไม่ การใช้ภาษาเหมาะสมหรือไม่ เพื่อนำผลมาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนแล้วจึงนำไปประเมินขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพกระบวนการเรียนการสอนที่ออกแบบขึ้น โดยนำไปทดลองรายบุคคลแบบ 1 ต่อ 1 โดยผู้วิจัยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุแควิทยา อำเภอเฉลิมพระเกียรติฯ จังหวัดสระบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน มีผลการเรียนสูง กลาง ต่ำ โดยใช้ระดับผลการเรียนเป็นเกณฑ์ อย่างละ 1 คน ทำการทดลองสอนทีละคน ขณะที่ทำการทดลองมีการสังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของนักเรียนอย่างละเอียด เพื่อเป็นการทดสอบการสื่อความหมาย ลำดับขั้นตอนการทำงาน กิจกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหาใน

เอกสารการค้นคว้า ข้อความในใบงาน พิจารณาว่าเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่ โดยการสังเกตจากพฤติกรรมและสอบถามนักเรียน นำข้อมูลที่ได้ที่เป็นข้อบกพร่อง ปัญหาที่เกิดขึ้นไปปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอนต่อไป

ขั้นที่ 3 นำกระบวนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนที่ 2 แล้วนั้น มาทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุแควิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ใช้ระดับผลการเรียนเป็นเกณฑ์เลือกระดับคะแนนสูง 2 คน กลาง 2 คน ต่ำ 2 คน ทำการทดลองสอนนักเรียนพร้อมกับบันทึกพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียน อย่างละเอียดและดูความเหมาะสมของเวลากับกิจกรรม นำผลที่ได้มาปรับปรุงอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

การประเมินประสิทธิภาพ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขจากที่ทดลองรายบุคคลและกลุ่มย่อยแล้วนั้นได้ ดำเนินการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำกระบวนการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ออกแบบขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุแควิทยา อำเภอเฉลิมพระเกียรติฯ จังหวัดสระบุรี ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากจากนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงทั้งหมด 285 คนเป็นจำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที

2. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละแผนการสอน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้โดย 80 ตัวแรก (E_1) เป็นการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ 80 ตัวหลัง (E_2) เป็นการประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ที่ได้หลังจากดำเนินการสอนครบ 16 คาบ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนแบบฝึกหัดได้เกิน 80\%}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}} \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป

$$E_2 = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จุดตัด}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}} \times 100$$

เมื่อ E_2 หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผ่าน
เกณฑ์จุดตัดคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด

จากนั้นได้นำแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้
กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนทำ แล้วจัดทำผล
การประเมินว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับใดในแต่ละด้าน โดยใช้แบบสอบถามซึ่ง
แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการสอน
ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ใน 3 ด้าน คือ

1. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ด้านเนื้อหาวิชา
3. ด้านการประเมินผลการเรียนการสอน

โดยผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ประเมินระดับความพึงพอใจ ว่าต้องอยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป
ลักษณะของแบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ตามแบบ
ของ ลิเคิร์ท (likert) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนน แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการสอน เรื่อง
ระบบนิเวศโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กำหนดไว้ดังนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมินผลหาค่าเฉลี่ย (mean) ของแบบสอบถาม แล้วนำมาประเมินระดับ
ความพึงพอใจ ตามเกณฑ์ประเมินค่าความคิดเห็นของ บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิตแก้ว
(2535, หน้า 22-25)

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพอใจน้อยที่สุด

โดยใช้สูตรหาค่าเฉลี่ยและค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2541, หน้า 41)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2541,

หน้า 65)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum (x - \bar{x})^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดลบกับค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง

n หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง